



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY**

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

**SYSTÉM KOMPLETACE ROLÍ PRO AUTOMATICKOU
PÁSKOVAČKU**

ROLL ASSEMBLY SYSTEM FOR AUTOMATIC STRAPPING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Havelka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	Michal Havelka
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.
Akademický rok:	2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Systém kompletace rolí pro automatickou páskovačku

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem je návrh koncepce a propracování v podobě konstrukce kompletačního transportního systému. Nové zařízení je určeno ke kompletaci horizontální vrstvy předmětu manipulace, která bude následně zapáskována a manipulátorem uložena na transportní paletu. Zařízení se stane součástí plně automatické linky pro převíjení, vbalení a paletizaci rolí netkané technické textilie. Předmětem zpracovávání je role netkané technické textilie navinuté na papírové dutince a zabalené v rukávové smršťovací folii se zatavenými konci s předem definovanými rozměry a hmotnostmi. Nově navržené zařízení musí být schopno provést jeden cyklus kompletace jedné vrstvy rolí složené ze tří rolí průměru 400 mm, délky 1300 mm a hmotnosti 70 kg do 42 sekund. Toto je maximální doba jednoho cyklu předcházejícího technologického zařízení. Zadání BP je řešeno ve spolupráci se společností PHATEC s. r. o. v Litomyšli.

Cíle bakalářské práce:

Popis současného stavu techniky u řešené problematiky.

Systémový rozbor problematiky současného stavu.

Návrh variant řešení a jejich multikriteriální vyhodnocení.

Konstrukční návrh zvolené varianty – 3D model v SolidWorks.

Výpočtová část s potřebnými návrhovými výpočty.

Výkresová dokumentace vybraných konstrukčních a montážních uzlů.

Technicko – ekonomické zhodnocení nového zařízení.

Vlastní závěry k nové variantě řešení a doporučení pro další rozvoj řešené problematiky.

Seznam doporučené literatury:

KOLÍBAL, Zdeněk. Roboty a robotizované výrobní technologie. První vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně - nakladatelství VUTIAM, 2016. ISBN 978-80-214-4828-5.

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.). Konstruování strojních součástí. 1. vyd. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIAM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce řeší návrh způsobu kompletace rolí technické textilie do horizontální vrstvy. Jsou zde uvedena možná konstrukční řešení a vlastní konstrukční návrh. Nejdříve se zde zabývám hlavními rozměry, dále výběrem válečků, výpočtem potřebných výkonů motorů a výpočtem řetězového převodu. Nakonec řeším výpočet pneumatických válců a kontroluji průhyb použitých válečků.

ABSTRACT

This bachelor's thesis is dealing with the design of system for rolls of technical textiles, which assembles them into horizontal layer. Possible structural drafts are mentioned here and one selected draft is solved. For the first I am dealing with major dimensions, the choice of rollers, calculation of the required engine power and the calculation of the chain drive. Finally I calculated pneumatic cylinders and checked the deflection of used rollers.

KLÍČOVÁ SLOVA

Poháněná válečková dráha, páskovací stroj, pevnost řetězu, pneumatický zdvih, horizontální dopravník, kompletace vrstvy, přetížení motoru, řetězový převod

KEYWORDS

Driven roller conveyor, strapping machine, chain strength limit, pneumatic cylinder lifting, horizontal conveyor, layer assembly, engine overload, chain drive

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HAVELKA, Michal. Systém kompletace rolí pro automatickou páskovačku. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116965>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Radek Knoflíček.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Radku Knoflíčkovi, Dr. Za cenné připomínky, rady a pomoc, které mi poskytoval při vypracování této práce.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením pana doc. Ing. Radka Knoflíčka, Dr. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne

.....

Havelka Michal

Obsah

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	3
SYSTÉM KOMPLETACE ROLÍ PRO AUTOMATICKOU PÁSKOVAČKU	3
ABSTRAKT	5
ABSTRACT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
KEYWORDS.....	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	7
PODĚKOVÁNÍ.....	9
ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ.....	11
1 ÚVOD.....	17
1.1 Co je PHATEC s.r.o.....	17
1.2 Umístění strojů PHATEC.....	17
1.2.1 Fasádní perlinky pro zpevnění zateplených fasád domů	17
1.2.2 Interiérový netkaný koberec nebo exteriérový umělý travní koberec ..	17
1.3 Produktové zaměření	19
1.4 Stroje pro navíjení a formátování	19
1.4.1 Automatické stroje	19
1.4.2 Poloautomatické stroje	19
1.5 Stroje výrobních linek	19
1.5.1 Vstupní stroje.....	19
1.5.2 Technologické stroje.....	19
1.5.3 Výstupní stroje.....	19
2 MOTIVACE	21
3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	23
3.1 Typy dopravníků	23
3.1.1 Pásové dopravníky	23
3.1.2 Řetězové dopravníky	23
3.1.3 Řemenové dopravníky.....	23
3.1.4 Válečkové dopravníky	23
3.1.5 Modulární dopravníky	23
3.1.6 Paletkové dopravníky	24
4 POPIS PROJEKTU SPOLEČNOSTI PHATEC S.R.O.....	25
5 VIZE ŘEŠENÍ.....	27
5.1 Můj podíl na projektu	28
6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ	29
6.1 Parametry výrobku	29
6.2 Požadavky na stroj	29
6.3 Varianty řešení	30
6.3.1 Varianta A.....	30
6.3.2 Varianta B.....	31
6.3.3 Varianta C.....	31
6.4 Multikriteriální hodnocení.....	32

6.4.1 Bazická bodovací metoda	32
7 ŘEŠENÍ VARIANTY	35
8 HLAVNÍ ROZMĚRY	37
8.1 Výška vstupní válečkové dráhy	37
8.2 Výška výstupní válečkové dráhy	37
8.3 Návrh délky vstupní části	37
8.4 Návrh šířky vstupní části	38
8.5 Návrh šířky výstupní části	38
8.6 Maximální rozteč os válečků	38
8.7 Vzdálenost zvedacích ramen pro kompletaci	38
8.8 Počet kompletačních ramen	39
8.9 Počet válečků v jedné sekci	39
8.10 Celkový počet válečků	39
8.10.1 Na vstupní části	39
8.10.2 Na kompletační části	39
8.11 Požadovaná únosnost jednoho válečku	40
9 VÝBĚR DOPRAVNÍKOVÝCH VÁLEČKŮ	41
9.1 Váleček pro vstupní část	41
9.2 Váleček pro kompletační část	41
10 VÝBĚR MOTORU	43
10.1 Odpory ovlivňující jeden váleček dráhy	43
10.1.1 Odpor tíhové složky role	43
10.1.2 Odpor vlivem valivého a čepového tření	43
10.1.3 Odpor vlivem výrobních a montážních nepřesností	44
10.1.4 Celkový odpor	44
10.2 Výkon potřebný pro rovnoměrný pohyb	44
10.3 Výkon potřebný pro rozjezd	45
10.4 Celkový potřebný výkon	46
10.5 Návrh motorů	46
10.6 Kontrola navržené pohonné jednotky	46
10.7 Doba rozběhu	47
10.8 Úhlové zrychlení válečku	47
10.9 Třecí moment	48
10.10 Moment zrychlujících sil přímočaře se pohybujících hmot	48
10.11 Setrvačný moment jednoho válečku	48
10.12 Moment od zrychlujících válečků	49
10.13 Moment od setrvačných sil motoru	49
10.14 Jmenovitý točný moment na hřídeli	49
10.15 Moment na hřídeli při rozběhu motoru	50
10.16 Moment rozběhový redukováný na hřídel motoru	50
11 VÝPOČET ŘETĚZOVÉHO PŘEVODU	51
11.1 Návrh řetězu	51
11.2 Převodový poměr	52
11.3 Výpočet rychlosti na válečku	52
11.4 Rychlost řetězu	53
11.5 Vzdálenost os válečků	53
11.5.1 V rámci jedné sekce	53
11.5.2 Mezi sekcemi	53

11.5.3	Ve vstupní části na motoru	54
11.5.4	V kompletační části na motoru	54
11.6	Tahová síla	55
11.7	Obvodová síla	55
11.8	Tahová složka odstředivé síly	56
11.9	Výsledný tah v řetězu	56
11.10	Potřebný počet článků řetězu na jednu smyčku	57
11.11	Potřebná délka řetězu na jednu smyčku	57
11.12	Kontrola statické bezpečnosti	57
11.13	Kontrola dynamické bezpečnosti	57
11.14	Dovolené otláčení	58
12	VÝPOČET PNEUMATICKÉHO VÁLCE	59
12.1	Moment potřebný pro zdvih ramen	59
12.2	Síla potřebná pro zdvih ramen	60
12.3	Počet pneumatických válců	60
13	KONTROLA PRŮHYBU VÁLEČKU	63
13.1	Zatížení ložisek	63
13.2	Výpočet namáhání válečku	64
13.2.1	I. $x \in < 0; 205 \text{ mm} >$	64
13.2.2	II. $x \in < 0; 400 \text{ mm} >$	64
13.2.3	III. $x \in < 0; 400 \text{ mm} >$	64
13.2.4	IV. $x \in < 0; 240 \text{ mm} >$	64
13.3	Castiglianova věta	64
14	3D MODEL V SOLIDWORKS	67
15	REALIZACE PROJEKTU	69
16	ZHODNOCENÍ	73
16.1	Z hlediska splnění zadání	73
16.2	Z hlediska konstrukce	73
16.3	Z hlediska montáže	73
16.4	Z hlediska výpočtů	73
16.5	Z hlediska zadavatele a provozovatele	73
17	ZÁVĚR	75
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	79
17.1	Seznam tabulek	79
17.2	Seznam obrázků	79
	SEZNAM PŘÍLOH	81
	PŘÍLOHY	82

1 ÚVOD

1.1 Co je PHATEC s.r.o.

Firma PHATEC byla založena v Litomyšli v roce 2009. Od svého založení se orientovala na stroje a zařízení vlastní konstrukce, určených na výrobu a zpracování textilií. Uživatelé strojů jsou výrobci technických textilií a výrobci koberců. Každý stroj je navržen a konstruován podle potřeb zákazníka na základě detailní analýzy potřeb, stávajících technologií klienta a průzkumu dostupných inovačních technologií a postupů.

1.2 Umístění strojů PHATEC ve výrobním procesu

Z pohledu zařazení strojů PHATEC v procesu výroby textilií lze rozdělit výrobní portfolio do dvou skupin. Výrobní linky pro zpracování a úpravu koberců nebo technických textilií a strojů pro jejich konverzi do rozměrů a formátů vhodných k prodeji.

Portfolio výrobních strojů můžeme ukázat na několika výrobcích, se kterými se můžeme setkat:

1.2.1 Fasádní perlinky pro zpevnění zateplených fasád domů

Produkt – skleněná mřížka, natužená, potištěná navinutá na roli šířky 1,1m délky 50 m

Postup výroby:

- (1) Tkaní mřížky na tkalcovském stavu, navíjení na role délky až 6 km – PHATEC vyrábí několik typů navíječek (obr. 1).
- (2) Fixace rozměrů mřížky na tužící lince a potisk – PHATEC vyrábí: odvíječky, slepovací stroje, zásobníky, impregnační jednotky, IR přehřev (tedy pomocí infračerveného záření), potisk flexotiskovou technologií, podélné řezání a navíjení.
- (3) Převíjení zákaznické roličky a značení - plně automatický stroj vyvinutý firmou PHATEC. Vysokou produktivitou a spolehlivostí při nízkých pořizovacích nákladech nemá stroj na trhu v tomto segmentu konkurenta. Stroj vyrobí jednu 50m roli navinutou na papírové dutince každých 30 sekund.

1.2.2 Interiérový netkaný koberec nebo exteriérový umělý travní koberec

Postup výroby:

- (1) Všívání smyček (Tufting) do primárního materiálu
- (2) Linka na potisk nebarvených koberců – PHATEC vyrábí kompletní vstupy a výstupy linek a dodává společně s rakouským partnerem po celém světě. Jsou to odvíječky, zásobníky, J a U-

boxy, čistící jednotky, napařovací komory, systémy rovnání okraje (obr. 2), chladičky a navíječky.

(3) Linka na fixaci smyčky (Back Coating Line) v základní tkanině a úprava spodní strany koberců. PHATEC vyrábí kompletní vstupy a výstupy linek (shodné s linkami na potisk) a také hlavní technologické stroje pro nanášení:

- latexových zátěrů – fixace smyčky v koberci
- pěnových vrstev + reliéfní válec - protiskluzové podklady např. u koupelnových předložek
- lepidel pro přilepení podkladového filcu – izolační vlastnosti

Dále zařízení pro perforaci při výrobě umělých travních koberců – vypalování děr pro možnost vsakování dešťové vody.



Obr. 1) Převíjecí a inspekční linka skleněné tkaniny



Obr. 2) Automatický formátovací stroj skleněné mřížky

1.3 Produktové zaměření

- Stroje pro navíjení a formátování
- Stroje výrobních linek

1.4 Stroje pro navíjení a formátování

1.4.1 Automatické stroje

Stroje s vysokou výrobní kapacitou, středové nebo tangenciální pro dutinkové i bezdutinkové navíjení.

Automatické formátovací stroje též obsahují automatické podání dutinky, automatické uříznutí materiálu, automatické navedení materiálu na novou dutinku s automatickým ukončením role a aplikací etikety nebo fixační pásky.

1.4.2 Poloautomatické stroje

Stroje s možností inspekce a značení vad materiálu.

Navíjecí stroje standardně středové pro navíjení na dutinky. Stroje mohou být uzpůsobeny k navíjení mez dutinek nebo rozšířeny o navíjecí kontaktní rameno s pohonem, či bez pohonu. Navedení materiálu na navíjecí trn se provádí ručně.

1.5 Stroje výrobních linek

1.5.1 Vstupní stroje

Stroje a zařízení, která jsou vhodná k řízenému plnění úpravárenských linek. Podle typu výrobku se navrhne optimální technologie pro manipulaci s daným materiálem.

- Odvíjecí stroje
- Technologie napojování materiálů – spojování sešíváním, nebo lepením
- Zásobníky (obr. 3) – pro zajištění kontinuálního provozu (válečkové zásobníky, U-boxy, J-boxy, zásobní stoly nebo dopravníky)
- Rovnání okrajů

1.5.2 Technologické stroje

Stroje a zařízení vhodná pro předúpravu či úpravu materiálu v úpravárenských linkách.

- Čistící zařízení
- Parní úprava
- Rovnání okrajů IR ohřev
- Nánosovací zařízení (obr. 5) – Aplikátory roztoků na bázi vody, PVC nebo lepidel.
- Tisková technologie
- Laminace a emboosing
- Sušící a vytvrzovací zařízení – horkovzdušné nebo IR

1.5.3 Výstupní stroje

Stroje a zařízení vhodná k navíjení zpracovávaného materiálu

- Zásobníky

- Podélné řezání a ořez okrajů
- Zpracování ořezů
- Inspekční plochy – Pro vizuální kontrolu výrobku na konci linky, nebo se systémem značení vad materiálu.
- Navíjecí zařízení (obr. 4)
- Skladače – systém pro řízené skládání materiálu na přepravní vozík nebo paletu.



Obr. 3) Zásobník na koberce



Obr. 4) Navíječka na koberce



Obr. 5) Aplikátory latexu a pěny

2 MOTIVACE

Informace, které jsem získal v průběhu studia na střední škole o strojírenství, a příklady z mého okolí mě motivovaly ke studiu strojírenského oboru na vysoké škole.

Díky znalostem získaným při studiu jsem mohl začít brigádně pracovat v konstrukční kanceláři. Do konce 2. ročníku jsem převážně tvořil výkresovou dokumentaci z připravených 3D modelů. Možnost zkonstruovat vlastní stroj mě stále více přitahovala.

Požádal jsem tedy vedení firmy PHATEC o možnost realizace projektu bakalářské práce. Byl mi nabídnut projekt na stroj pro kompletaci páskované vrstvy, který bude součástí připravovaného projektu.

Nabídku na možnost zpracování stroje jsem přijal s pokorou a ubezpečením podpory od Ing. Jana Motyčky, manažera projekce firmy PHATEC. Mohl jsem se také spolehnout na spolupráci s Ing. Bohuslavem Šplíchalem, který je konstruktérem zodpovědným za konstrukci dopravníku a manipulátoru na kompletační dopravník navazující.

Velkou motivací pro mě bylo, že uvidím mnou vymyšlený a vymodelovaný stroj na vlastní oči.

Nemalou motivací je také myšlenka, že budu součástí projektu, který lidem ulehčí práci.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Dopravní zařízení jsou nedílnou součástí výrobních závodů, kde zajišťují dopravu surovin, polotovarů, výrobků a zboží. Ulehčují a zrychlují práci ve výrobních závodech, na skládkách, při vykládkách vagonů, lodí apod.

3.1 Typy dopravníků

3.1.1 Pásové dopravníky

Pásové dopravníky (obr. 6) jsou mechanické dopravníky s tažným a nosným orgánem v podobě nekonečného pásu vedeného a poháněného bubny a podpíraného válečky nebo rovinnou plochou.[1] Tento typ dopravníku patří mezi průmyslově nejpoužívanější dopravníky a je též cenově nejvýhodnější variantou. Vyznačuje se tichým chodem a širokou škálou chemických a mechanických vlastností pásů. Nevýhodou těchto dopravníků je samotný pás, který není vhodný pro vystavení extrémním teplotám, a který je náchylný k mechanickému poškození. Pásové dopravníky mohou být použity jak pro přepravu kusových výrobků, tak i pro přepravu sypkých hmot.

3.1.2 Řetězové dopravníky

Řetězové dopravníky (obr. 10) jsou určeny pouze pro přepravu kusových výrobků větších rozměrů a vyšších hmotností. Vyznačují se vysokou výkonností a umožňují přepravovat velmi široké nebo velmi dlouhé materiály. Díky mezeře mezi jednotlivými větvemi jsou řetězové dopravníky schopny přepravovat i materiály zasahující pod úroveň horní větve dopravníku. Další výhodou je možnost výměny jednotlivých článků řetězu namísto výměny celého řetězu.

3.1.3 Řemenové dopravníky

Řemenové dopravníky (obr. 7) jsou vhodné pro přepravu kusových výrobků větších rozměrů, kdy jeden z rozměrů je několikanásobně větší, než ostatní (tyče, hranoly apod.). Tyto dopravníky nabízejí vyšší únosnost než pásové dopravníky. Díky mezeře mezi jednotlivými větvemi jsou řemenové dopravníky schopny přepravovat i materiály zasahující pod úroveň horní větve dopravníku. Tichý chod těchto dopravníků je předurčuje k vestavění do montážních linek se stálou obsluhou.

3.1.4 Válečkové dopravníky

Typický znakem válečkových dopravníků je řada válečků otočných kolem svých čepů nebo hřídelů, uložených ve stabilních nebo přestavitelných rámech. Jsou určeny výhradně k přepravě kusových výrobků vyšších hmotností, jako například palet, přepravních boxů apod. Vyznačují se lehkou a pevnou konstrukcí.

3.1.5 Modulární dopravníky

Modulární dopravníky (obr. 9) jsou určeny převážně k přepravě kusových výrobků různých vlastností především tam, kde je třeba zvýšené odolnosti pásu vůči vyšším teplotám nebo vůči mechanickému poškození. Jsou vhodné jak k samostatnému použití, tak pro zástavbu do větších dopravních celků, popřípadě výrobních a montážních linek. Konstrukce těchto dopravníků umožňuje řešit několik tvarových

úseků linky (zatáčky, lomené úseky) skrze jeden pohon. Výhodou těchto dopravníků je možnost provádění technologických či výrobních operací přímo na dopravníku (například ofukování, odmašťování atd.). Další předností je vysoká životnost pásu a při poškození možnost výměny pouze poškozené části. Tichý chod těchto dopravníků je předurčuje k vestavění do montážních linek se stálou obsluhou.

3.1.6 Paletkové dopravníky

Paletkové dopravníky (obr. 8) představují efektivní uzavřený systém dopravy kusových výrobků na technologických paletkách. Paletkové dopravníky jsou ideální pro realizace výrobních a montážních linek obsahujících automaticky nebo manuálně prováděné operace na konkrétních místech dané linky. Tyto dopravníky nabízejí vysokou a opakovanou přesnost chodu a také zde existuje nízký počet rychle opotřebovatelných částí.



Obr. 6) Pásový dopravník [11]



Obr. 7) Řemenový dopravník [11]



Obr. 8) Paletkový dopravník [11]



Obr. 9) Modulární dopravník [11]



Obr. 10) Řetězový dopravník [11]

4 POPIS PROJEKTU SPOLEČNOSTI PHATEC S.R.O.

Provozovatel technologie výroby technických textilií se rozhodl navýšit výrobu a zásadně změnit způsob balení a paletizace svých výrobků pomocí automatizace. Společnost PHATEC provedla analýzu dosavadního stavu a navrhla nový způsob balení a paletizace automatickým způsobem. Při návrhu využila své dlouholeté zkušenosti s návrhem jednoúčelových strojů pro výrobu a zpracování technických textilií.

Původní proces balení a paletizace probíhal bez automatizace tak, že obsluha výrobních linek prováděla manuální balení. Zabalené role byly manipulovány vysokozdvizným vozíkem na a ukládány na palety, kde byly role průběžně vzájemně zapáskovány. Tento proces byl personálně i časově velmi náročný a nebezpečný vzhledem k velkým hmotnostem a rozměrům rolí. Způsob balení, jeho kvalita a následné páskování na paletu byly ovlivněny kvalitou lidské práce. Původní balení mělo obal zastrčený do dutinky role tak, aby jím bylo možné manipulovat vysokozdvizným vozíkem s manipulačním trnem. Tento způsob balení nedokázal ochránit zboží před povětrnostními vlivy při skladování a přepravě.

Nově navržené řešení přináší vysokou produktivitu a vyšší kvalitu finálního produktu, kterým je hotová paleta se zbožím, připravená k transportu k zákazníkovi. Vedlejším neméně důležitým aspektem automatizace je výroba hermeticky zabaleného zboží.

5 VIZE ŘEŠENÍ

Maximální produktivita výrobních strojů je jedna role geotextilie za 15 sekund. Tato role bude z formátovacího stroje dopravena k úseku paletizace podélně pomocí válečkového dopravníku. Tuto roli bude potřeba umístit vedle ostatních rolí tak, aby tvořily horizontální vrstvu.

Tato vrstva se pak bude muset přemístit k páskovacímu stroji a zapáskovat (na obr. 11 a 12 červené značení). Poté se budou tyto vrstvy pomocí manipulátoru vršit na transportní paletu, která bude na pojezdné plošině. Po dosažení požadované výšky se transportní paleta odveze k dalšímu páskovacímu stroji, kde se zapáskuje (na obr. 11 a 12 zelené značení). Poté se buď vrátí pro navršení dalších vrstev, nebo odjede k místu, kde se paleta pomocí vysokozdvížného vozíku naloží na transportní vůz.

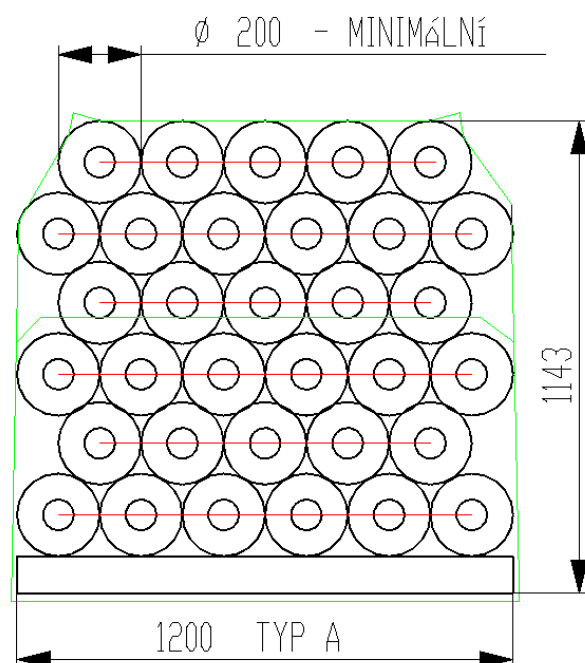
Technologické celky automatizace

- Automaticky navinout malometrážní roli
- Automaticky zabalit
- Automatická paletizace
 - **Automaticky zkompletovat vrstvy pro paletu – můj úkol**
 - Automaticky naskládat paletu
 - Automaticky zapáskovat paletu

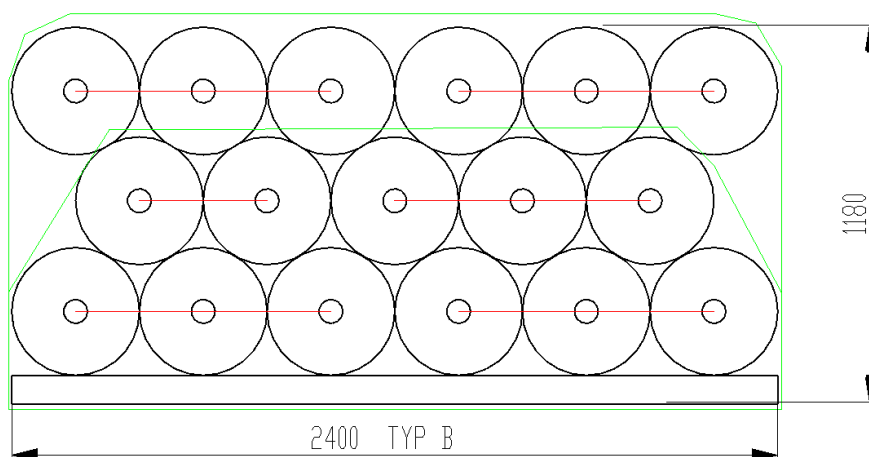
Požadavky na automatickou paletizaci

- Dokázat zpracovat jednu roli za maximálně 15 sekund
- Předmětem paletizace budou role
 - průměru 200-400mm
 - délce 1300-5000mm
 - hmotnosti 12-200kg
- Při manipulaci s rolemi nijak neporušit jejich obal

Nejefektivnější způsob páskování je takový způsob, při kterém je nejlepší poměr spotřebované pásky a soudržnosti nákladu. Pro tento projekt byly vybrány následující varianty:



Obr. 11) Způsob balení – minimální průměr role



Obr. 12) Způsob balení – maximální průměr role

Uspořádání typu A je určeno pro role nejmenšího možného průměru a uspořádání typu B je pro role největšího možného průměru. Červenou barvou jsou označeny horizontální vrstvy rolí, které budou zapáskovány samostatně. Zeleně pak spojení jednotlivých vrstev k transportní paletě či ostatním vrstvám.

5.1 Můj podíl na projektu

Mým úkolem v tomto projektu je zkonstruovat stroj na tvorbu horizontálních vrstev.

6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ

Při návrhu variant řešení jsem vycházel z parametrů dopravovaného výrobku a podmínek jeho přepravy. Tyto parametry a podmínky jsou jasně definovány účelem, pro který je systém navrhován. Zařízení je koncipováno jako dílčí část systému pro finální paletizaci výrobků v provozu výroby technických textilií.

Výrobkem určeným ke zpracování je role technické textilie, nejčastěji geotextilie, navinutá na papírové dutince. Tyto textilie jsou vyráběny na speciálních výrobních linkách pro zpracování polypropylenových a polyesterových vláken. Konečný výrobek je zpevněn vpichováním nebo vpichováním a následným kalandrováním pro dosažení požadovaných vlastností konečného výrobku. Vzhledem k vysoké produktivitě uvedené výrobní technologie je žádoucí v maximální míře automatizovat celý proces výroby, k čemu přispívá i paletizační systém, kterého je navrhovaný systém pro kompletaci rolí součástí.

6.1 Parametry výrobku

- Materiál role
- Průměr role
- Délka role
- Hmotnost role
- Obal role
 - polypropylenová folie typu rukáv na čelech uzavřená svarem
 - role jsou baleny technologií stretch hood dánské firmy Tentoma o tloušťce 80 mikronů
 - parametry flexibility a součinitele tření povrchu folie jsou volitelné podle potřeb konečného uživatele
 - barva folie je černá, bílá nebo transparentní

6.2 Požadavky na stroj

- Technologické kroky:
 - Doprava role z baličky
 - Seřazení požadovaného počtu rolí vedle sebe - počet rolí je řízen programem PLC, které ovládá celou paletizační linku
 - Transport zkompletovaného počtu rolí do páskovačky
- Počet kompletovaných rolí pro daný typ výrobku
 - Role průměru 200mm – kompletováno 5 nebo 6 kusů
 - Role průměru 300mm – kompletováno 4 nebo 5 kusů
 - Role průměru 400mm – kompletováno 2 nebo 3 kusy
- Požadovaná produktivita:
 - Zpracovat 1 roli délky 1300mm za 15 sekund
 - Zpracovat 1 roli délky 2000mm za 22 sekund
 - Zpracovat 1 roli délky 5000mm za 45 sekund
- Dopravní výška
- Délka dopravníku

- Bezpečnost dopravy rolí – nesmí dojít k poškození obalu
- Bezpečnost provozu zařízení s ohledem na minimalizaci rizik
 - Krytování nebezpečných míst
 - Bezpečnostní oplocení napojené na řídicí systém stroje

6.3 Varianty řešení

Zadaný úkol lze splnit mnoha způsoby. Je však potřeba určit takový způsob, který bude splňovat veškeré požadavky a zároveň bude nejekonomičtější. Proto je vhodné pro nalezení tohoto způsobu navrhnout více variant a pomocí metody multikriteriálního hodnocení zvolit nejvhodnější variantu.

Nejdůležitějšími faktory, u kterých není možno kompromisu, jsou

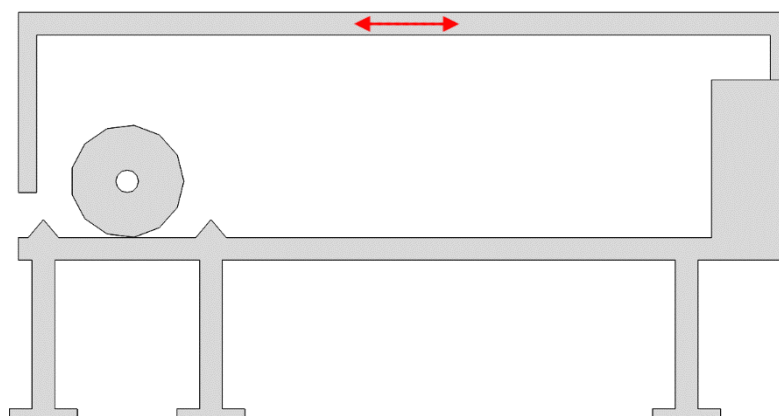
- Zajistit, aby nedošlo k poškození obalu role
- Produktivita 1 role za 15 sekund

Všechny ostatní aspekty musejí být podřízeny těmto dvěma kritériím v každém případě. K poškození obalu role může dojít mnoha způsoby, například kontaktem role s ostrou hranou či rohem, třením mezi obalem a podložkou způsobeném smýkáním apod. Je tedy nutné mít stále na paměti, že v průběhu manipulace s rolí nemůže dojít ke smyku a že je potřeba co nejvíce eliminovat hrany, popřípadě je dostatečně zaoblit. Produktivita nepřímo souvisí s jednoduchostí konstrukce i počtem pohybů, které jsou nutné k seskupení výrobků do horizontální vrstvy.

Dále uvedu 3 varianty řešení. Všechny varianty mají stejný základ, a to vstupní válečkovou dráhu s krátkými válečky pro jednu roli a výstupní válečkovou dráhu s dlouhými válečky pro celou horizontální vrstvu. Každá dráha bude mít vlastní pohon. Varianty se budou lišit způsobem přepravy role ze vstupního dopravníku na dopravník výstupní.

6.3.1 Varianta A

První varianta (obr. 13) využívá k manipulaci s rolí tlačného berana. Po příjezdu role stáhne beran roli na výstupní dopravník. Poté se beran vrátí do původní polohy a čeká na další roli. V této variantě je potřeba pouze jeden pohon a to k přímému pohybu beranu. Výhodou tohoto řešení je 100% jistota úspěšného provedení úkonu. Nevýhodou je riziko poškození obalu role díky třetí mezi rolí a tlačným beranem.



Obr. 13) Varianta A

6.3.2 Varianta B

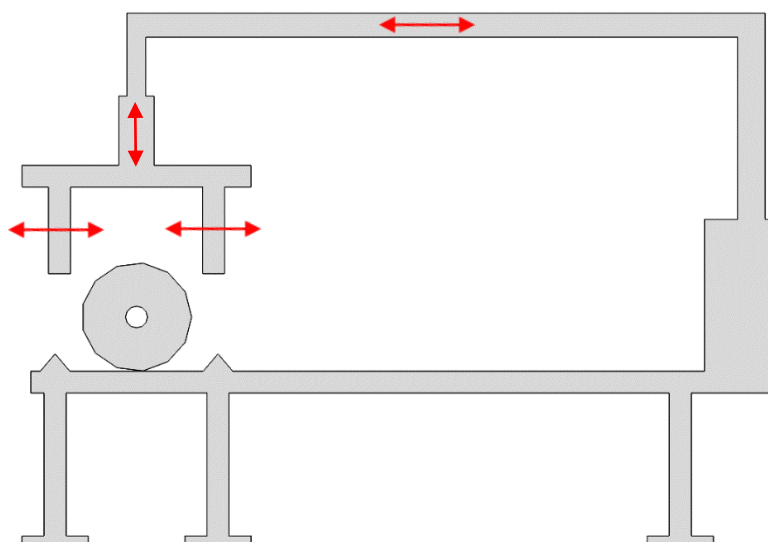
Druhá varianta (obr. 14) využívá vlastní tíhy přepravovaného výrobku. Po příjezdu role se rameno začne pohybovat vzhůru. Tím zvedne roli z válečkové tratě a vytvoří nakloněnou rovinu, po které se role začne odvalovat směrem na výstupní dopravník. Poté se rameno vrátí do původní polohy pod dopravník a čeká na další roli. Tato varianta potřebuje k pohybu pneumatické válce na zdvih ramene. Výhodou toho zařízení je minimální riziko poškození obalu role v důsledku odvalování role po nakloněné rovině. Nevýhodou by případně mohl být rozdíl v koeficientech tření různých druhů obalů a z toho plynoucí různé úhly naklonění ramene potřebné k uvedení role do pohybu.



Obr. 14) Varianta B

6.3.3 Varianta C

Třetí varianta (obr. 15) využívá rameno situovaného nad dopravníkem. Po příjezdu role rameno roli uchopí a vzduchem přeneseme na výstupní dopravník. Tato varianta potřebuje k vykonání úkonu 3 pohyby. Výhodou tohoto řešení je možnost příjezdu nové role i v případě, že rameno ještě není v počáteční pozici. Nevýhodou je riziko poškození obalu role z důvodu velkého tření mezi rolí a částmi stroje, které roli uchopují



Obr. 15) Varianta C

6.4 Multikriteriální hodnocení

Podklady pro následující kapitulu byly získány od vedoucího práce.

Pro určení optimální varianty použijeme metodu multikriteriálního hodnocení. Pomocí této metody souhrnně vyjádříme technickoekonomickou úroveň jednotlivých variant a poté určíme pořadí jejich výhodnosti. Z důvodu přímé nesčitatelnosti hodnot parametrů, musíme použít takový způsob agregace těchto hodnot tak, aby bylo možné vyjádřit technicko - ekonomickou úroveň jedinou hodnotou.

Nejužívanější metody multikriteriálního hodnocení jsou:

- Bazická bodovací metoda
- Metoda pořadí
- Metoda PATTERN

6.4.1 Bazická bodovací metoda

Protože se obvykle předkládané varianty posuzují na základě většího počtu různých kritérií, patří tato metoda mezi metody multikriteriálního hodnocení. Hodnocená hlediska jsou vyčíslitelná a to významně zjednodušuje proces hodnocení. Použitím bazické bodovací metody se porovnává hodnocená varianta se vzorovým řešením – vzorovým etalonem – bází.

Stručnou podstatu metody a postup při aplikaci lze uvést v následujících bodech:

- Nejprve je třeba provést reprezentativní výběr parametrů (vlastností). Je třeba vyloučit vzájemně závislé parametry. Jejich počet by měl být omezen na podstatné a spolehlivě zjištělé.
- Stanoví se bodovací stupnice, která hodnotí buď kvalitativní, nebo kvantitativní hodnoty parametrů
- Určí se významnost (váha) parametrů
- Proveďte se hodnocení

Technická hodnota τ :

- A. Při identifikaci varianty se hodí celá řada faktorů, parametrů a vlastností, které označíme jako T_1, T_2, \dots, T_n , tj.: $T(1, \dots, n)$
kde: n = maximální počet faktorů, parametrů, vlastností
- B. Hodnotu každého faktoru, parametru a technické vlastnosti vyjádříme pomocí třídníku t_1, t_2, \dots, t_j ; se stanovenou (zvolenou) stupnicí, tj.: $t(1, \dots, j)$
kde: t_j = maximální hodnota faktoru, parametru, vlastnosti s kvantifikací a se slovním hodnocením.
 $t_1 = 0$ = nevyhovující (0%, min.)
 $t_2 = 1$ = velmi slabé
 $t_3 = 2$ = vyhovující
 $t_4 = 3$ = dobré
 $t_5 = 4$ = velmi dobré
 $t_6 = 5$ = výborné (100%, max.)

C. Hodnocený faktor, parametr, vlastnost lze vyjádřit i procentuálně:

$$p_{\tau} = \frac{100}{t_j} [\%] \quad (1)$$

D. Relativní technická hodnota n-tého faktoru, parametru, vlastnosti je pak:

$$T_n * t_j \quad (2)$$

E. Význam (váhu) jednotlivých faktorů, parametrů, vlastností pak dle důležitosti rozlišujeme koeficienty $g_n (\leq 1)$, tedy:

$$0 \leq g_n \leq 1 \quad (3)$$

F. Technický stav hodnocené varianty dle různých hledisek je pak:

$$(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_j, \dots, \tau_n) = (g_1 * t_1, g_2 * t_2, \dots, g_j * t_j, \dots, g_n * t_n) \quad (4)$$

G. Konečná technická hodnota varianty je pak vyjádřena:

$$\tau = \frac{\sum_{j=1}^n (g_j * t_j)}{\sum_{j=1}^n g_j * t_{max}} = \frac{g_1 * t_1 + g_2 * t_2 + \dots + g_n * t_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) * t_j} \leq 1 \quad (5)$$

kde:

g_j = koeficient rozlišující významnost hodnocených faktorů, parametrů, vlastností

t_i = hodnota i-tého faktoru, parametru, vlastnosti

n = počet hodnocených faktorů, parametrů, vlastností

Posuzované vlastnosti:

T1) Riziko poškození obalu role

T2) Počet pohybů

T3) Jednoduchost konstrukce

T4) Zástavbový prostor

T5) Spolehlivost provedení úkonu

T6) Ekonomičnost

Tab 1) Tabulka hodnocení

n	VLASTNOST	Varianta A				Varianta B				Varianta C			
	OZN.	t_j	g_n	p_T	T_n	t_j	g_n	p_T	T_n	t_j	g_n	p_T	T_n
1	T1	2	0,9	50	1,8	5	0,9	20	4,5	3	0,9	33,3	2,7
2	T2	5	0,6	20	3	5	0,6	20	3	3	0,6	33,3	1,8
3	T3	3	0,6	33,3	1,8	3	0,6	33,3	1,8	2	0,6	50	1,2
4	T4	2	0,8	50	1,6	4	0,8	25	3,2	2	0,8	50	1,6
5	T5	5	0,8	20	4	4	0,8	25	3,2	3	0,8	33,3	2,4
6	T6	4	0,6	25	2,4	4	0,6	25	2,4	2	0,6	50	1,2

Konečné technické hodnocení τ :

Tab 2) Tabulka výsledků

Varianta	τ
A	0,4847
B	0,6274
C	0,3791

Závěr hodnocení

Z výsledků plyne, že nejvhodnější volbou je varianta B, tedy varianta se zdvižným ramenem na pneumatických válcích.

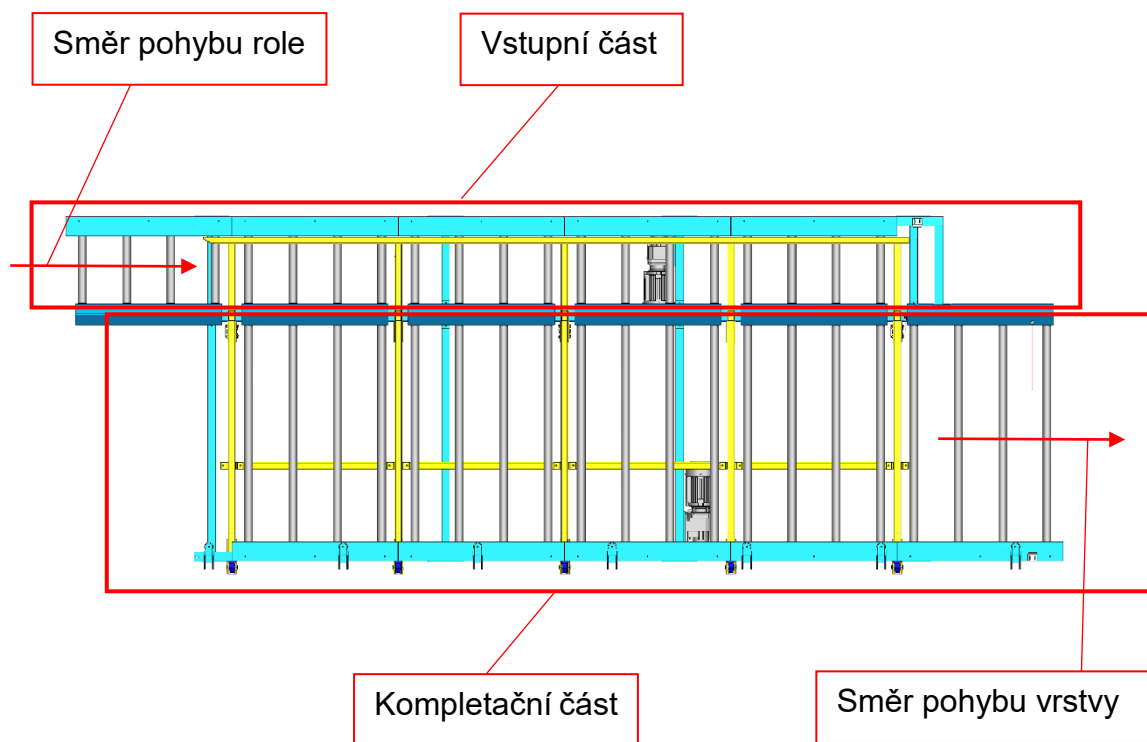
7 ŘEŠENÍ VARIANTY

Celé řešení je rozděleno na dvě části.

První část (dále jen „vstupní část“) bude obsahovat válečkovou trať o kapacitě jedné role. Tato vstupní část bude sloužit k převzetí role od dopravníku, který roli dopravuje z balícího stroje, a transportu role na předem určené místo, kde bude role převzata kompletační částí stroje.

Druhá část (dále jen „kompletační část“) bude obsahovat ramena a výstupní válečkovou trať o kapacitě tří rolí o průměru 400mm. Ramena se pomocí pneumatických válců zvednou tak, že nadzvednou roli na vstupní části a tato role se pomocí tíhové síly odvalí na požadované místo. Po vrácení se ramene do počáteční pozice, role zůstane na výstupní válečkové trati. Opakováním tohoto pohybu vznikne horizontální vrstva, která bude následně výstupní válečkovou trati dopravena do páskovacího stroje.

Veškeré výpočty, které budou pro obě tyto části obdobné, budu rozdělovat indexem „D1“ pro vstupní část a indexem „D2“ pro výstupní část (obr. 16).



Obr. 16) Hlavní rozdělení stroje

8 HLAVNÍ ROZMĚRY

8.1 Výška vstupní válečkové dráhy

Výška vstupní části je dána výškou dopravníku, který transportuje roli od balicího stroje k mému kompletačnímu stroji. Vzdálenost os válečků vstupní tratě od země je potom:

$$H_{D1} = H_{mD1} - R_v \quad (6)$$

$$H_{D1} = 695 - 25$$

$$H_{D1} = H_{mD1} - R_v$$

$$R_v = \frac{D_v}{2} = 25 \text{ mm} \quad (7)$$

$$R_v = \frac{50}{2}$$

$$R_v = 25 \text{ mm}$$

Kde:

$H_{mD1} = 695 \text{ mm}$požadovaná výška styku válečku s přepravovanou rolí na vstupu

$D_v = 50 \text{ mm}$vnější průměr válečku

8.2 Výška výstupní válečkové dráhy

Výška výstupního dopravníku je dána potřebnou výškou pro páskovací stroj. Vzdálenost os válečků výstupní tratě od země bude potom:

$$H_{D2} = H_{mD2} - R_v \quad (8)$$

$$H_{D2} = 620 - 25$$

$$H_{D2} = 595 \text{ mm}$$

Kde:

$H_{mD2} = 620 \text{ mm}$požadovaná výška styku válečku s přepravovanou rolí na výstupu

8.3 Návrh délky vstupní části

Délka byla stanovena dle maximální délky role na 5000mm.

8.4 Návrh šířky vstupní části

Šířka vstupní části byla stanovena dle šířky dopravníku, transportujícího roli od balícího stroje, na 300mm. Tento rozměr není fixní, především bude záležet na délce vybraných válečků a konstrukci zdvižného ramene.

8.5 Návrh šířky výstupní části

Šířka výstupní válečkové tratě, a tedy i maximální šířka horizontální vrstvy je dána šířkou palety 1200mm.

8.6 Maximální rozteč os válečků

Pro zaručení stability role na trati je třeba, aby při pohybu byla role podepřena minimálně čtyřmi válečky. Abychom toho dosáhli, budeme počítat s tím, že role není v pohybu a je podepřena minimálně pěti válečky. Abychom docílili krajních podmínek, budeme počítat s nejmenší možnou délkou role.

$$\begin{aligned}a_{max} &= \frac{l_{min}}{i_{min}} & (9) \\a_{max} &= \frac{1300}{5} \\a_{max} &= 260 \text{ mm}\end{aligned}$$

Kde:

$l_{min} = 1300 \text{ mm}$délka nejmenší možné role

$i_{min} = 5$minimální počet válečků pod jednou rolí v klidném stavu

8.7 Vzdálenost zvedacích ramen pro kompletaci

Pro zvedací ramena platí, že chceme, aby byla role zvedána minimálně dvěma rameny. Z toho vyplývá, že největší hodnotu vzdálenosti ramen získáme z nejmenší možné délky role. Abychom dosáhli jisté rezervy, budeme počítat s přesahem role o hodnotě 150mm na obou stranách.

$$\begin{aligned}t_{max} &= l_{min} - 2 * 150 = 1000 \text{ mm} & (10) \\t_{max} &= 1300 - 2 * 150 = 1000 \text{ mm} \\t_{max} &= 1000 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tento výsledek však není schůdný pro druhou nejkratší roli o délce $l_{r2} = 2200 \text{ mm}$. Proto uděláme další iteraci výpočtu, tentokrát pro druhou nejkratší roli.

$$\begin{aligned}t_2 &= \frac{l_{r2} - 2 * 150}{2} = 950 \text{ mm} & (11) \\t_2 &= \frac{2200 - 2 * 150}{2} = 950 \text{ mm} \\t_2 &= 950 \text{ mm}\end{aligned}$$

Nyní máme relativně přesnou představu o vzájemné vzdálenosti dvou zdvižných ramen. Přesnou hodnotu určíme později vzhledem k délce rozvodného řetězu.

8.8 Počet kompletačních ramen

$$z_k = \frac{l_{max} - 150 - 1000}{t_{max}} + 1 \quad (12)$$

$$z_k = \frac{5000 - 150 - 1000}{1000} + 1$$

$$z_k = 4,85$$

Pro splnění podmínek je potřeba nejméně 4,85 ramen, proto volím počet ramen $z_k = 5$.

8.9 Počet válečků v jedné sekci

Vstupní i výstupní tratě jsou rozděleny na identické sekce kompletačními rameny. Z počtu ramen plyne, že tratě budou rozděleny do 4 sekcí. Počet válečků tedy vypočteme jako:

$$k_s = \frac{t_2}{a_{max}} \quad (13)$$

$$k_s = \frac{950}{260}$$

$$k_s = 3,654$$

Na základě tohoto výpočtu volím počet válečků v jedné sekci na $k_s = 4$.

8.10 Celkový počet válečků

8.10.1 Na vstupní části

K vypočteným čtyřem sekcím připočítáme ke vstupní části jednu další sekci, která bude sloužit k převzetí role od předchozího dopravníku, viz obr. 16. Celkový počet válečků se tedy vypočítá jako:

$$k_{D1} = 4 * k_s + 4 \quad (14)$$

$$k_{D1} = 4 * 4 + 4$$

$$k_{D1} = 20$$

8.10.2 Na kompletační části

K vypočteným čtyřem sekcím připočítáme ke kompletační části jednu další sekci, která bude již součástí páskovacího zařízení, viz obr. 16. Celkový počet válečků se tedy vypočítá jako:

$$k_{D2} = 4 * k_s + 4 \quad (15)$$

$$k_{D2} = 4 * 4 + 4$$

$$k_{D2} = 20$$

8.11 Požadovaná únosnost jednoho válečku

K maximálnímu zatížení válečků dojde v momentě ihned po kompletaci třetí role o váze 200kg. V tomto momentě tedy leží 3 role o váze 200 kg na šestnácti válečcích. Minimální únosnost jednoho válečku tedy vypočteme jako:

$$u_{min} = \frac{3*200}{16} \quad (16)$$

$$u_{min} = 37,5 \text{ kg}$$

Potřebujeme tedy válečky o minimální únosnosti 37,5 kg.

9 VÝBĚR DOPRAVNÍKOVÝCH VÁLEČKŮ

Na základě výpočtů provedených v kapitole 9 byly poptány válečky u renomovaných firem, které tento typ výrobku sériově vyrábí. Jsou to firmy TORWEGGE, INTERROLL a Feiffer. Dodavatel TORWEGGE byl vybrán na základě nejvhodnějších technických a ekonomických parametrů.

V příloze je uvedena schválená nabídka a zde jsou uvedeny základní parametry (obr. 17):

RD = 50 mm

AD = 12 mm

Materiál válečku: pozinkovaná ocel

Osy válečků jsou zakončeny vnitřním závitem M10x22

Maximální nosnost: 100kg

Ozubená kola válečku:

Pro řetěz DIN 8187 (ISO 606 – 1982)

Rozměr ozubeného kola 1/2" x 5/16"

Počet zubů = 14

Materiál: pozinkovaná ocel

9.1 Váleček pro vstupní část

2K-ST-1-2-Z14-FEST-TKL-50x1,5-ST-A12-IGM8

RL = 393 mm

EL = 450 mm

AL = 450 mm

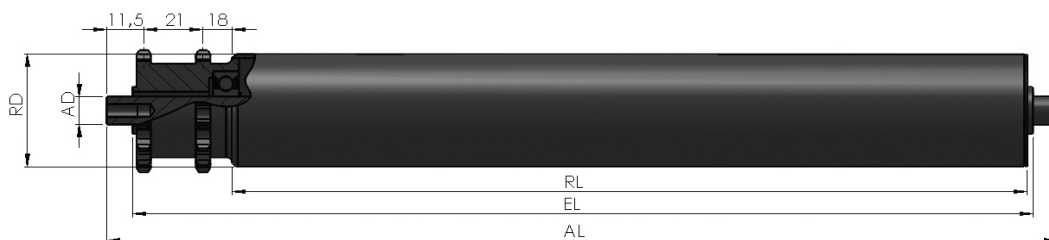
9.2 Váleček pro kompletační část

2K-ST-1-2-Z14-FEST-TKL-50x1,5-ST-A12-IGM8

RL = 1243 mm

EL = 1300 mm

AL = 1300 mm



Obr. 17) Váleček firmy TORWEGGE [6]

10 VÝBĚR MOTORU

10.1 Odpor ovlivňující jeden váleček dráhy

10.1.1 Odpor tíhové složky role

$$W_{1D1} = \frac{m_{pD1} * g}{k_{D1}} * \sin(\beta) \quad (17)$$

$$W_{1D1} = \frac{200 * 9,81}{20} * \sin(0^\circ)$$

$$W_{1D1} = 0 \text{ N}$$

$$W_{1D2} = \frac{m_{pD2} * g}{k_{uD2}} * \sin(\beta) \quad (18)$$

$$W_{1D2} = \frac{600 * 9,81}{16} * \sin(0^\circ)$$

$$W_{1D2} = 0 \text{ N}$$

Kde:

$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$tíhové zrychlení

$m_{pD1} = 200 \text{ kg}$maximální hmotnost role na vstupním dopravníku

$m_{pD2} = 600 \text{ kg}$maximální hmotnost horizontální vrstvy na výstupním dopravníku

$k_{D1} = 20$celkový počet válečků na vstupní části

$k_{uD2} = 16$počet válečků podpírajících vrstvu rolí o délce 5000mm na výstupním dopravníku ihned po kompletaci

$\beta = 0^\circ$sklon trati

10.1.2 Odpor vlivem valivého a čepového tření

$$W_{2D1} = \frac{m_{pD1} * g}{k_{D1}} * \cos(\beta) * \frac{e + f_{\check{c}} * r_{\check{c}}}{R_v} + q_{vD1} * g * \frac{f_{\check{c}} * r_{\check{c}}}{R_v} \quad (19)$$

$$W_{2D1} = \frac{200 * 9,81}{20} * \cos(0^\circ) * \frac{0,0005 + 0,0015 * 0,0125}{25} + 1,57 * 9,81 * \frac{0,0015 * 0,0125}{25}$$

$$W_{2D1} = 2,047 \text{ N}$$

$$W_{2D2} = \frac{m_{pD2} * g}{k_{uD2}} * \cos(\beta) * \frac{e + f_{\check{c}} * r_{\check{c}}}{R_v} + q_{vD2} * g * \frac{f_{\check{c}} * r_{\check{c}}}{R_v} \quad (20)$$

$$W_{2D2} = \frac{600 * 9,81}{16} * \cos(0^\circ) * \frac{0,0005 + 0,0015 * 0,0125}{25} + 3,83 * 9,81 * \frac{0,0015 * 0,0125}{25}$$

$$W_{2D2} = 7,662 \text{ N}$$

Kde:

$e = 0,5$ mm.....rameno valivého odporu

$f_{\text{č}} = 0,0015$součinitel čepového tření ocel-ocel

$r_{\text{č}} = 12,5$ mm.....rameno valivého odporu

$q_{\text{vD1}} = 1,57$ kg.....hmotnost rotujících částí válečku vstupní části

$q_{\text{vD2}} = 3,83$ kg.....hmotnost rotujících částí válečku kompletační části

10.1.3 Odpor vlivem výrobních a montážních nepřesností

$$W_{3D1} = 0,005 * \frac{m_{pD1} * g}{k_{D1}} * \cos(\beta) \quad (21)$$

$$W_{3D1} = 0,005 * \frac{200 * 9,81}{20} * \cos(0^\circ)$$

$$W_{3d1} = 0,491 \text{ N}$$

$$W_{3D2} = 0,005 * \frac{m_{pD2} * g}{k_{uD2}} * \cos(\beta) \quad (22)$$

$$W_{3D2} = 0,005 * \frac{600 * 9,81}{16} * \cos(0^\circ)$$

$$W_{3D2} = 1,839 \text{ N}$$

10.1.4 Celkový odpor

$$W_{CD1} = (W_{1D1} + W_{2D1} + W_{3D1}) * k_{D1} \quad (23)$$

$$W_{CD1} = (0 + 2,047 + 0,491) * 20$$

$$W_{CD1} = 50,753 \text{ N}$$

$$W_{CD2} = (W_{1D2} + W_{2D2} + W_{3D2}) * k_{uD2} \quad (24)$$

$$W_{CD2} = (0 + 7,662 + 1,839) * 20$$

$$W_{CD2} = 190,019 \text{ N}$$

10.2 Výkon potřebný pro rovnoměrný pohyb

Rychlost vstupního i výstupního dopravníku bude totožná. Velikost těchto rychlostí je dána rychlostí dopravníku, od které převezme vstupní část dopravovanou roli. Hodnota této rychlosti je $v = 40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

$$P_{rpD1} = \left\{ z_p * k_{D1} * \frac{m_{pD1} * g}{k_{D1}} * \left[\sin(\beta) + \cos(\beta) * \left(\frac{e + f_{\zeta} * r_{\zeta}}{R_v} + 0,005 \right) \right] + q_{vD1} * g * \frac{f_{\zeta} * r_{\zeta}}{R_v} * z_v \right\} * \frac{v}{\eta} \quad (25)$$

$$P_{rpD1} = \left\{ 1 * 20 * \frac{200 * 9,81}{20} * \left[\sin(0^\circ) + \cos(0^\circ) * \left(\frac{0,0005 + 0,0015 * 0,0125}{25} + 0,005 \right) \right] + 1,57 * 9,81 * \frac{0,0015 * 0,0125}{25} * 20 \right\} * \frac{0,667}{0,74}$$

$$P_{rpD1} = 45,723 \text{ W}$$

$$P_{rpD2} = \left\{ z_p * k_{D2} * \frac{m_{pD2} * g}{k_{D2}} * \left[\sin(\beta) + \cos(\beta) * \left(\frac{e + f_{\zeta} * r_{\zeta}}{R_v} + 0,005 \right) \right] + q_{vD2} * g * \frac{f_{\zeta} * r_{\zeta}}{R_v} * z_v \right\} * \frac{v}{\eta} \quad (26)$$

$$P_{rpD2} = \left\{ 1 * 20 * \frac{600 * 9,81}{20} * \left[\sin(0^\circ) + \cos(0^\circ) * \left(\frac{0,0005 + 0,0015 * 0,0125}{25} + 0,005 \right) \right] + 3,83 * 9,81 * \frac{0,0015 * 0,0125}{25} * 20 \right\} * \frac{0,667}{0,74}$$

$$P_{rpD2} = 137,052 \text{ W}$$

Kde:

$z_p = 1$ počet předmětů na dráze

Účinnost řetězového převodu se určuje jako s-tá mocnina účinnosti jedné řetězové smyčky, kde s je počet řetězových smyček. Dle [3] str. 193 je účinnost jedné smyčky $\eta \leq 98,5\%$. Na každém z dopravníků je 20 smyček, pro oba dopravníky tedy platí:

$$\eta = 0,985^{20} = 0,74 \quad (27)$$

$$\eta = 0,74$$

10.3 Výkon potřebný pro rozjezd

$$P_{rozD1} = z_p * m_{pD1} * \frac{k_{D1}}{k_{D1}} * g * \mu * \cos(\beta) * \frac{v}{\eta} \quad (28)$$

$$P_{rozD1} = 1 * 200 * \frac{20}{20} * 9,81 * 0,2 * \cos(0^\circ) * \frac{0,667}{0,74}$$

$$P_{rozD1} = 353,514 \text{ W}$$

$$P_{rozD2} = z_p * m_{pD2} * \frac{k_{D2}}{k_{D2}} * g * \mu * \cos(\beta) * \frac{v}{\eta} \quad (29)$$

$$P_{rozD2} = 1 * 600 * \frac{20}{20} * 9,81 * 0,2 * \cos(0^\circ) * \frac{0,667}{0,74}$$

$$P_{rozD2} = 1060,541 \text{ W}$$

Kde:

$\mu = 0,2$koeficient tření mezi rolí a válečkem dopravníku – informace získaná od zákazníka

10.4 Celkový potřebný výkon

$$P_{D1} = P_{rpD1} + P_{rozD1} \quad (30)$$

$$P_{D1} = 45,723 + 353,514$$

$$P_{D1} = 0,399 \text{ kW}$$

$$P_{D2} = P_{rpD2} + P_{rozD2} \quad (31)$$

$$P_{D2} = 137,052 + 1060,541$$

$$P_{D2} = 1,198 \text{ kW}$$

10.5 Návrh motorů

Specifikace vybraných motorů jsou uvedeny v nabídce doložené v příloze číslo 1. Motor pro vstupní část je zde uveden na pozici číslo 100 a motor pro kompletační část na pozici 200.

10.6 Kontrola navržené pohonné jednotky

Otáčky motoru jsou u výrobců uváděny klasicky pro frekvenci 50 Hz. V našem případě však budou motory pracovat na frekvenci 87 Hz, proto přepočítáme základní parametry, jako jsou otáčky a výkon.

$$n_{m87} = \frac{n_{m50}}{50} * 87 \quad (32)$$

$$n_{m87} = \frac{1430}{50} * 87$$

$$n_{m87} = 2448 \frac{1}{\text{min}}$$

$$P_{k87D1} = \frac{P_{k50D1}}{50} * 87 \quad (33)$$

$$P_{k87D1} = \frac{1,1}{50} * 87$$

$$P_{k87D1} = 1,914 \text{ kW}$$

$$P_{k87D2} = \frac{P_{k50D2}}{50} * 87 \quad (34)$$

$$P_{k87D2} = \frac{1,5}{50} * 87$$

$$P_{k87D2} = 2,610 \text{ kW}$$

Kde:

$n_{m50} = 1430 \text{ min}^{-1}$ otáčky motorů při frekvenci 50 Hz

$P_{k50D1} = 1,1 \text{ kW}$ výkon motoru na vstupní části při frekvenci 50 Hz

$P_{k87D2} = 1,5 \text{ kW}$ výkon motoru na kompletační části při frekvenci 50 Hz

10.7 Doba rozběhu

Jednou z hlavních podmínek zadání je zajistit, aby nedošlo k poškození obalu role. Následkem toho se musíme co nejvíce vyvarovat smýkavému pohybu role. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby byly poháněny všechny válečky. V dalších výpočtech je poměr poháněných válečků k nepoháněným $\frac{k_p}{k_n} = \frac{20}{20} = 1$.

$$t_{sD1} = \frac{v}{\frac{k_{p1}}{k_{D1}} * g * \left[\cos(\beta) * \left(\mu - \frac{2 * e}{D_v} \right) - \frac{k_{D1}}{k_{p1}} * \sin(\beta) \right]} \quad (35)$$

$$t_{sD1} = \frac{0,667}{\frac{20}{20} * 9,81 * \left[\cos(0^\circ) * \left(0,2 - \frac{2 * 0,0005}{0,05} \right) - \frac{20}{20} * \sin(0^\circ) \right]}$$

$$t_{sD1} = 0,378 \text{ s}$$

$$t_{sD2} = t_{sD1} \quad (36)$$

10.8 Úhlové zrychlení válečku

$$a_{tD1} = \frac{v}{t_{sD1}} \quad (37)$$

$$a_{tD1} = \frac{0,677}{0,378}$$

$$a_{tD1} = 1,766 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_{tD2} = a_{tD1} \quad (38)$$

$$\varepsilon_{D1} = \frac{a_{tD1}}{R_v} \quad (39)$$

$$\varepsilon_{D1} = \frac{1,766}{0,025}$$

$$\varepsilon_{D1} = 70,632 \frac{1}{\text{s}^2}$$

$$\varepsilon_{D2} = \varepsilon_{D1} \quad (40)$$

10.9 Třecí moment

$$M_{tD1} = z_p * k_{D1} * \frac{m_{pD1}}{k_{D1}} * g * \cos(\beta) * \mu - \frac{R_v}{i_v * \eta} \quad (41)$$

$$M_{tD1} = 1 * 20 * \frac{200}{20} * 9,81 * \cos(0^\circ) * 0,2 - \frac{0,025}{9,8 * 0,74}$$

$$M_{tD1} = 1,357 \text{ Nm}$$

$$M_{tD2} = z_p * k_{D2} * \frac{m_{pD2}}{k_{D2}} * g * \cos(\beta) * \mu - \frac{R_v}{i_v * \eta} \quad (42)$$

$$M_{tD2} = 1 * 20 * \frac{600}{20} * 9,81 * \cos(0^\circ) * 0,2 - \frac{0,025}{9,8 * 0,74}$$

$$M_{tD2} = 4,070 \text{ Nm}$$

10.10 Moment zrychlujících sil přímočaré se pohybujících hmot

$$M_{zpD1} = z_p * m_{pD1} * \frac{v * R_v}{t_{sD1} * i_v * \eta} \quad (43)$$

$$M_{zpD1} = 1 * 200 * \frac{0,667 * 0,025}{0,378 * 9,8 * 0,74}$$

$$M_{zpD1} = 1,221 \text{ Nm}$$

$$M_{zpD2} = z_p * m_{pD2} * \frac{v * R_v}{t_{sD2} * i_v * \eta} \quad (44)$$

$$M_{zpD2} = 1 * 600 * \frac{0,667 * 0,025}{0,378 * 9,8 * 0,74}$$

$$M_{zpD2} = 3,663 \text{ Nm}$$

10.11 Setrvačný moment jednoho válečku

$$I_{D1} = q_{vD1} * (R_v)^2 \quad (45)$$

$$I_{D1} = 1,57 * 0,025^2$$

$$I_{D1} = 0,00098 \text{ kg} * \text{m}^2$$

$$I_{D2} = q_{vD2} * (R_v)^2 \quad (46)$$

$$I_{D2} = 3,83 * 0,025^2$$

$$I_{D2} = 0,00239 \text{ kg} * \text{m}^2$$

10.12 Moment od zrychlujících válečků

$$M_{zrD1} = k_{D1} * I_{D1} * \varepsilon_{D1} * \frac{1}{i_v * \eta} \quad (47)$$

$$M_{zrD1} = 20 * 0,00098 * 70,632 * \frac{1}{9,8 * 0,74}$$

$$M_{zrD1} = 0,192 \text{ Nm}$$

$$M_{zrD2} = k_{D2} * I_{D2} * \varepsilon_{D2} * \frac{1}{i_v * \eta} \quad (48)$$

$$M_{zrD2} = 20 * 0,00239 * 70,632 * \frac{1}{9,8 * 0,74}$$

$$M_{zrD2} = 0,468 \text{ Nm}$$

10.13 Moment od setrvačných sil motoru

$$M_{oD1} = \frac{P_{D1}}{2 * \pi * n_{m87}} \quad (49)$$

$$M_{oD1} = \frac{399,237}{2 * \pi * 41,47}$$

$$M_{oD1} = 1,532 \text{ Nm}$$

$$M_{oD2} = \frac{P_{D2}}{2 * \pi * n_{m87}} \quad (50)$$

$$M_{oD2} = \frac{1197,593}{2 * \pi * 41,47}$$

$$M_{oD2} = 4,596 \text{ Nm}$$

10.14 Jmenovitý točný moment na hřídeli

$$M_{nD1} = 9,55 * \frac{P_{k87D1}}{n_{m87}} \quad (51)$$

$$M_{nD1} = 9,55 * \frac{1914}{41,47}$$

$$M_{nD1} = 7,347 \text{ Nm}$$

$$M_{nD2} = 9,55 * \frac{P_{k87D2}}{n_{m87}} \quad (52)$$

$$M_{nD2} = 9,55 * \frac{2610}{41,47}$$

$$M_{nD2} = 10,018 \text{ Nm}$$

10.15 Moment na hřídeli při rozběhu motoru

$$M_{mD1} = M_{nD1} * m_{D1} \quad (53)$$

$$M_{mD1} = 7,467 * 2,3$$

$$M_{mD1} = 16,898 \text{ Nm}$$

$$M_{mD2} = M_{nD2} * m_{D2} \quad (54)$$

$$M_{mD2} = 10,018 * 2,3$$

$$M_{mD2} = 23,041 \text{ Nm}$$

Kde:

$m_{D1} = m_{D2} = 2,3$poměrný záběrný moment

10.16 Moment rozběhový redukováný na hřídel motoru

$$M_{rozD1} = M_{tD1} + M_{zpD1} + M_{zrD1} + M_{oD1} \quad (55)$$

$$M_{rozD1} = 1,357 + 1,221 + 0,192 + 1,532$$

$$M_{rozD1} = 4,302 \text{ Nm}$$

$$M_{rozD2} = M_{tD2} + M_{zpD2} + M_{zrD2} + M_{oD2} \quad (56)$$

$$M_{rozD2} = 4,070 + 3,663 + 0,468 + 4,596$$

$$M_{rozD2} = 12,797 \text{ Nm}$$

11 VÝPOČET ŘETĚZOVÉHO PŘEVODU

11.1 Návrh řetězu

Podle konstrukčních zásad by měl být řetěz navržen tak, aby byl počet jeho článků sudý. [2]

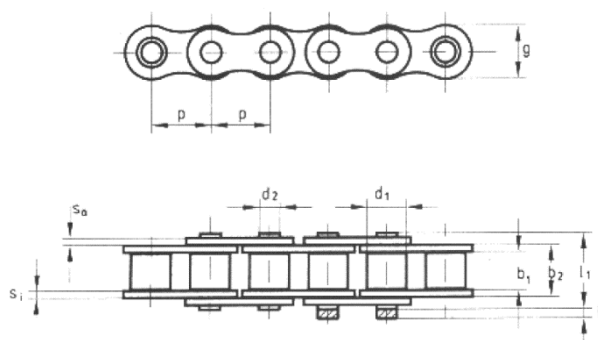
Vyrovnaní opotřebení (vytažení) řetězu řešit buď posunutím hřídele, nebo u pevné vzdálenosti os válcovou napínací kladkou (do $v = 1$ m/s) nebo ozubeným napínacím kolem, mírně zatíženým závažím nebo pružinou. [2]

U našeho řešení zvolíme pro napnutí řetězu ozubené kolo. Dispozice řetězů je zobrazena na obr. 19.

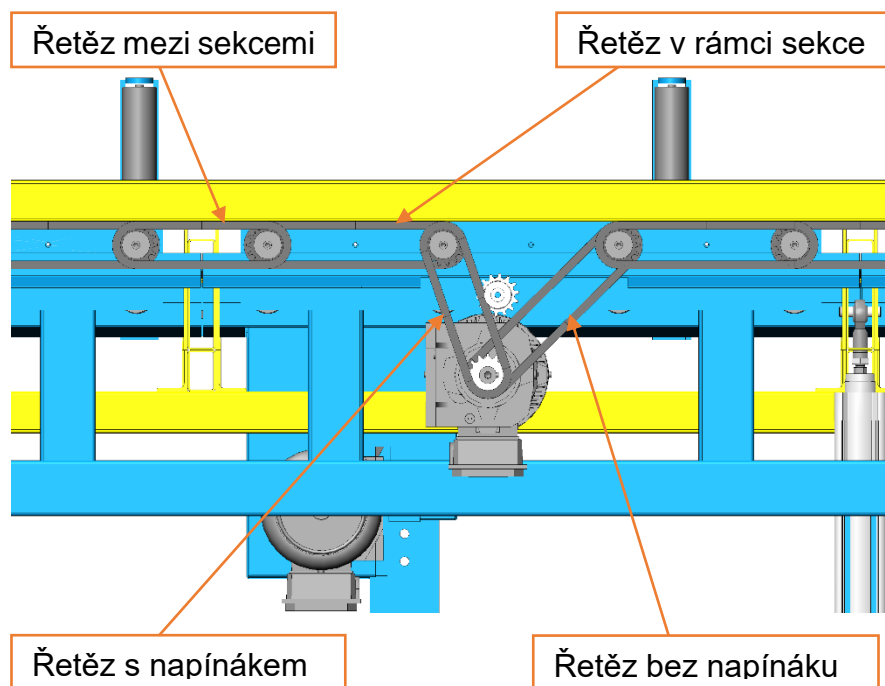
Vybraný řetěz:

Jednořadý řetěz 08 B, ČSN 02 3311 (obr. 18)

Rozteč:	12,7 mm
Výška:	12,00 mm
Vnitřní šířka:	7,75 mm
Vnější šířka:	17,00 mm
Průměr válečku:	8,51 mm (h10)
Průměr čepu:	4,45 mm (h9)
Síla přetržení řetězu:	21,1 kN



Obr. 18) Náčrt válečkového řetězu



Obr. 19) Umístění řetězů na stroji

11.2 Převodový poměr

$$i_r = \frac{z_{r2}}{z_{r1}} \quad (57)$$

$$i_r = \frac{14}{14}$$

$$i_r = 1$$

Kde:

$z_{r1} = 14$počet zubů hnacího kola

$z_{r2} = 14$počet zubů hnaného kola

11.3 Výpočet rychlosti na válečku

$$n_v = \frac{v}{\pi * D_v} \quad (58)$$

$$n_v = \frac{0,667}{\pi * 0,05}$$

$$n_v = 4,244 \frac{1}{s}$$

11.4 Rychlost řetězu

$$v_r = \pi * D_t * n_v \quad (59)$$

$$v_r = \pi * 0,05707 * 4,244$$

$$v_r = 0,761 \frac{m}{s}$$

Kde:

$D_t = 57,07 \text{ mm}$průměr roztečné kružnice ozubeného kola

11.5 Vzdálenost os válečků

11.5.1 V rámci jedné sekce

$$z_{c1} = \frac{a_{max}}{p} \quad (60)$$

$$z_{c1} = \frac{260}{12,7}$$

$$z_{c1} = 20,472$$

Z toho volím počet článků řetězu na rozteči os válečků $z_{c1} = 20$. S touto hodnotou vypočteme přesnou hodnotu vzdálenosti os dvou válečků v rámci jedné sekce.

$$a_p = z_{c1} * p \quad (61)$$

$$a_p = 20 * 0,0127$$

$$a_p = 254 \text{ mm}$$

11.5.2 Mezi sekcemi

$$z_{c2} = \frac{t_2 - 3 * a_p}{p} \quad (62)$$

$$z_{c2} = \frac{950 - 3 * 254}{12,7}$$

$$z_{c2} = 14,803$$

Z toho volím počet článků řetězu na rozteči os válečků mezi dvěma sekcemi $z_{c2} = 15$. S touto hodnotou vypočteme přesnou hodnotu vzdálenosti os zmíněných válečků.

$$a_q = z_{c2} * p \quad (63)$$

$$a_q = 15 * 12,7$$

$$a_q = 190,5 \text{ mm}$$

11.5.3 Ve vstupní části na motoru

Řetěz bez napínáku

$$\begin{aligned}a_{kD1} &= 270 \text{ mm} \\z_{kD1} &= \frac{a_{kD1}}{p} \\z_{kD1} &= \frac{270}{12,7} \\z_{kD1} &= 21,26\end{aligned}\tag{64}$$

Z toho volím počet článků $z_{kD1} = 21$.

$$\begin{aligned}a_{kD1} &= z_{kD1} * p \\a_{kD1} &= 21 * 12,7 \\a_{kD1} &= 266,7 \text{ mm}\end{aligned}\tag{65}$$

Řetěz s napínákem

$$\begin{aligned}a_{nD1} &= 200 \text{ mm} \\z_{nD1} &= \frac{a_{nD1}}{p} \\z_{nD1} &= \frac{200}{12,7} \\z_{nD1} &= 15,748\end{aligned}\tag{66}$$

Z toho volím počet článků $z_{nD1} = 16$.

$$\begin{aligned}a_{nD1} &= z_{nD1} * p \\a_{nD1} &= 16 * 12,7 \\a_{nD1} &= 203,2 \text{ mm}\end{aligned}\tag{67}$$

11.5.4 V kompletační části na motoru

Řetěz bez napínáku

$$\begin{aligned}a_{kD2} &= 350 \text{ mm} \\z_{kD2} &= \frac{a_{kD2}}{p}\end{aligned}\tag{68}$$

$$z_{kD2} = \frac{350}{12,7}$$

$$z_{kD2} = 27,559$$

Z toho volím počet článků $z_{kD2} = 28$.

$$a_{kD2} = z_{kD2} * p \quad (69)$$

$$a_{kD2} = 28 * 12,7$$

$$a_{kD2} = 355,6 \text{ mm}$$

Řetěz s napínákem

$$a_{nD2} = 315 \text{ mm}$$

$$z_{nD2} = \frac{a_{nD2}}{p} \quad (70)$$

$$z_{nD2} = \frac{315}{12,7}$$

$$z_{nD2} = 24,803$$

Z toho volím počet článků $z_{nD2} = 25$.

$$a_{nD2} = z_{nD2} * p \quad (71)$$

$$a_{nD2} = 25 * 12,7$$

$$a_{nD2} = 317,5 \text{ mm}$$

11.6 Tahová síla

Největšímu zatížení bude podléhat řetěz na motoru v kompletační části, přenášející moment do delší větve dopravníku. Proto bude postačující provést výpočet pouze pro tento řetěz. Rozdělení stroje do individuálně poháněných sekcí je zobrazeno na obr. 20.

$$F_{kD2} = k * m_r * a_{kD2} * g \quad (72)$$

$$F_{kD2} = 6 * 0,68 * 0,3556 * 9,81$$

$$F_{kD2} = 14,233 \text{ N}$$

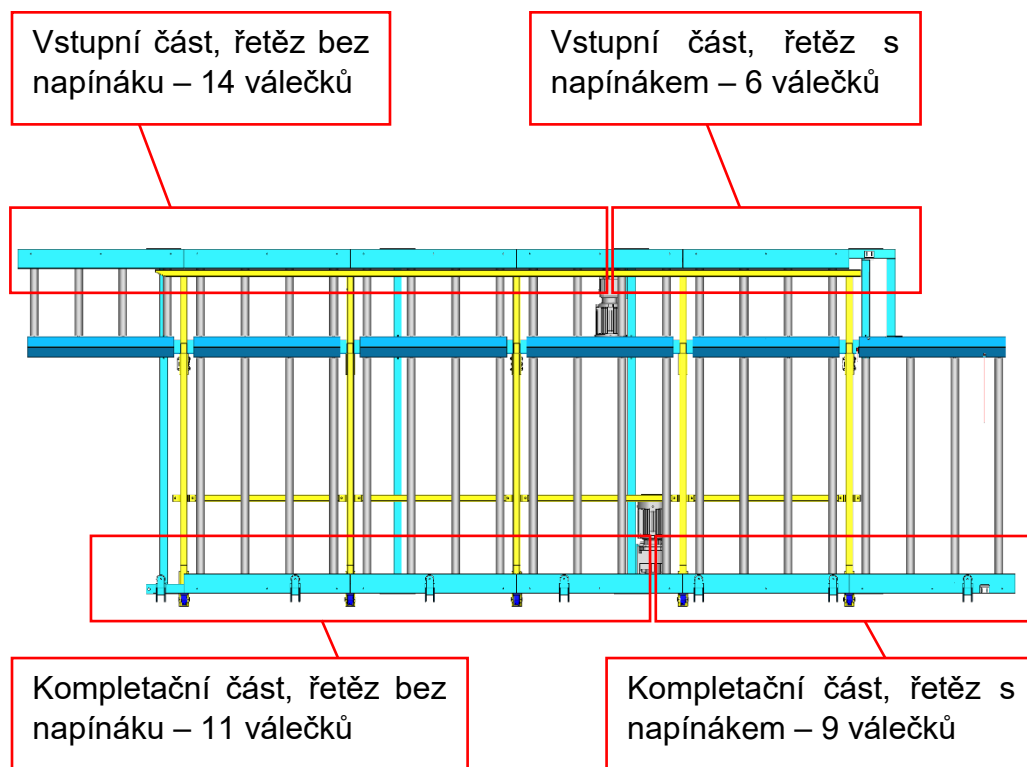
11.7 Obvodová síla

Tento řetěz bude přenášet krouticí moment pouze pro 11 válečků.

$$F_{rD2} = \frac{2 * M_{mD2}}{D_t} * \frac{11}{k_{D2}} \quad (73)$$

$$F_{rD2} = \frac{2 * 23,039}{0,05707} * \frac{11}{20}$$

$$F_{rD2} = 444,058 \text{ N}$$



Obr. 20) Rozdělení válečků dle poháněného řetězu

11.8 Tahová složka odstředivé síly

$$F_{ods} = m_r * v_r^2 \quad (74)$$

$$F_{ods} = 0,68 * 0,761^2$$

$$F_{ods} = 0,394 \text{ N}$$

11.9 Výsledný tah v řetězu

$$Q_{kD2} = F_{rD2} + F_{kD2} + F_{ods} \quad (75)$$

$$Q_{kD2} = 444,058 + 14,233 + 0,394$$

$$Q_{kD2} = 458,684 \text{ N}$$

11.10 Potřebný počet článků řetězu na jednu smyčku

$$z_{m1D2} = \frac{z_{r1}}{2} + \frac{z_{r2}}{2} + 2 * \frac{a_{kD2}}{p} \quad (76)$$

$$z_{m1D2} = \frac{14}{2} + \frac{14}{2} + 2 * \frac{355,6}{12,7}$$

$$z_{m1D2} = 70$$

11.11 Potřebná délka řetězu na jednu smyčku

$$L_{m1D1} = \left(\frac{z_{r1}}{2} + \frac{z_{r2}}{2} \right) * p + 2 * a_{kD2} \quad (77)$$

$$L_{m1D1} = \left(\frac{14}{2} + \frac{14}{2} \right) * 12,7 + 2 * 355,6$$

$$L_{m1D1} = 889 \text{ mm}$$

11.12 Kontrola statické bezpečnosti

Aby řetěz obstál ohledně statické bezpečnosti, musí být jeho koeficient statické bezpečnosti $k_{pkD2} \geq 7$.

$$k_{pkD2} = \frac{F_{pt}}{Q_{kD2}} \quad (78)$$

$$k_{pkD2} = \frac{21100}{458,684}$$

$$k_{pkD2} = 46,001$$

Kde:

$F_{pt} = 21,1 \text{ kN}$síla potřebná pro přetržení řetězu

Součinitel statické bezpečnosti $k_{pkD2} = 46,001 \geq 7$, tudíž můžeme říct, že daný řetěz obstál v kontrole na statikou bezpečnost.

11.13 Kontrola dynamické bezpečnosti

Aby řetěz obstál ohledně dynamické bezpečnosti, musí být jeho koeficient dynamické bezpečnosti $k_{dkD2} \geq 5$.

$$k_{dkD2} = \frac{F_{pt}}{Y * Q_{kD2}} \quad (79)$$

$$k_{dkD2} = \frac{21100}{2 * 458,684}$$

$$k_{dkD2} = 23,001$$

Kde:

$Y = 2$součinitel rázů [10]

Součinitel dynamické bezpečnosti $k_{dD2} = 23,001 \geq 5$, tudíž daný řetěz můžeme pro naše účely bezpečně použít.

11.14 Dovolené otláčení

Aby řetěz vyhovoval na dovolené otláčení, musí být skutečný tlak $p_{pKD2} \leq$ dovolený tlak p_d .

$$p_{pKD2} = \frac{Q_{KD2}}{S} \quad (80)$$

$$p_{pKD2} = \frac{458,684}{56,879 \cdot 10^{-6}}$$

$$p_{pKD2} = 8,064 \text{ Mpa}$$

$$p_d = \lambda * p_k \quad (81)$$

$$p_d = 0,50 * 26,09$$

$$p_d = 13,045 \text{ MPa}$$

Kde:

$S = 56,879 \text{ mm}^2$plocha kloubu řetězu

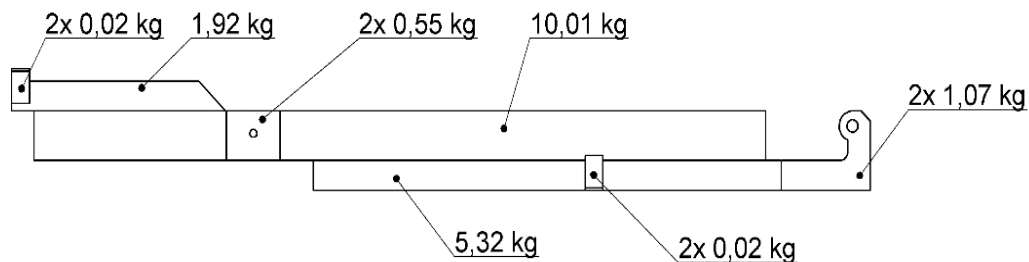
$\lambda = 0,50$činitel tření

$p_k = 26,09 \text{ MPa}$směrný tlak v kloubu řetězu

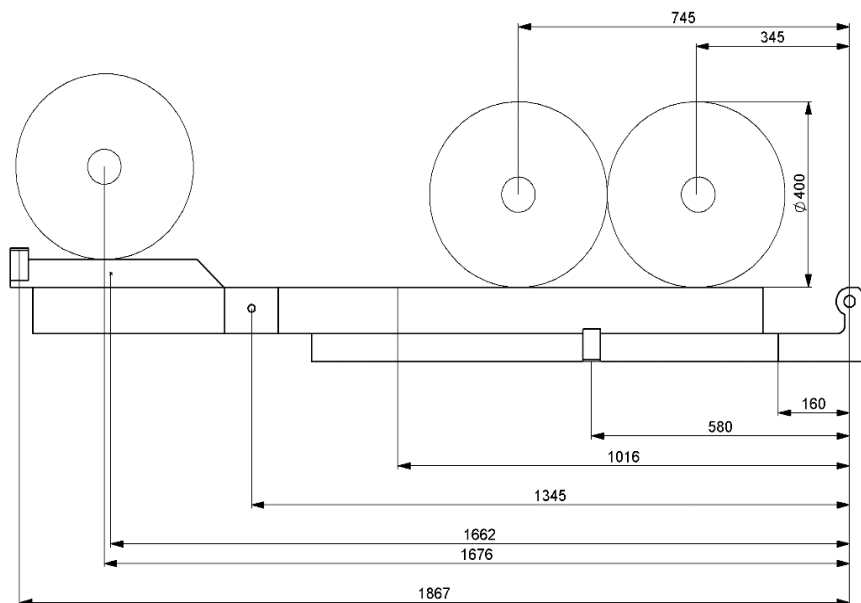
12 VÝPOČET PNEUMATICKÉHO VÁLCE

12.1 Moment potřebný pro zdvih ramen

Pomocí hmotností rolí a součástí zdvižných ramen (obr. 22) a pomocí vzdáleností těžišť těchto rolí a součástí od osy rotace (obr. 21) vypočteme moment vyvolaný těmito předměty na zdvižný systém. Největší moment je vyvolán v případě, kdy jsou na kompletační části již dvě role o maximální délce a průměru a na vstupní části připravena další role o maximální délce a průměru.



Obr. 21) Hmotnosti součástí zdvižného ramene



Obr. 22) Polohy těžišť součástí zdvižného ramene a přítomných rolí

$$M_{Opn} = [5 * (\sum_{i=1}^6 m_i * x_i) + (\sum_{j=1}^2 m_j * x_j) + (\sum_{k=1}^3 m_{rMax} * x_k)] * g \quad (82)$$

$$M_{Opn} = [5 * (2 * 1,07 * 0,16 + 2 * 0,02 * 0,58 + 10,01 * 1,016 + 2 * 0,55 * 1,345 + 1,92 * 1,662 + 0,04 * 1,867) + 16,73 * 0,58 + 17,09 * 1,867 + 200 * (1,678 + 0,345 + 0,745)] * 9,81 = 6630,525 \text{ Nm}$$

Kde:

První suma je součet součinů hmotností součástí zdviženého ramene a vzdálenosti jejich těžišť od osy rotace ramene.

Druhá suma je součet součinů hmotností příčných vzpěr zdvižných ramen a vzdálenosti jejich těžišť od osy rotace ramene.

Třetí suma je součet součinů hmotností přítomných rolí a vzdáleností jejich těžišť od osy rotace ramene.

12.2 Síla potřebná pro zdvih ramen

Pneumatické válce budou připevněny ke zdvižným ramenům ve vzdálenosti 1345 mm od osy rotace (detail na obr. 23). Tento rozměr byl zvolen na základě určení optimálního úhlu sklonu zdvižných ramen v horní poloze.

$$\begin{aligned}F_{pnc} &= \frac{M_{opn}}{x_v} \\F_{pnc} &= \frac{6630,525}{1,345} \\F_{pnc} &= 4929,759 \text{ N}\end{aligned}\tag{83}$$

Kde:

$x_v = 1345 \text{ mm}$vzdálenost působišť pneumatických válců od osy rotace ramene

12.3 Počet pneumatických válců

V rozvodech v technických halách je běžný tlak 6 atmosfér, tedy $P_{pn}=0,6 \text{ MPa}$. Pro naše použití zvolíme válec o průměru pístu 63mm. Pracovní plocha válce tedy bude:

$$\begin{aligned}S_{pn} &= \frac{\pi \cdot d_{pn}^2}{4} \\S_{pn} &= \frac{\pi \cdot 0,063^2}{4} \\S_{pn} &= 3117,245 \text{ mm}^2\end{aligned}\tag{84}$$

Maximální síla vyvolaná pneumatickým válcem tedy bude:

$$\begin{aligned}F_{pn} &= P_{pn} \cdot S_{pn} \\F_{pn} &= 0,6 \cdot 3117,245 \\F_{pn} &= 1870,347 \text{ N}\end{aligned}\tag{85}$$

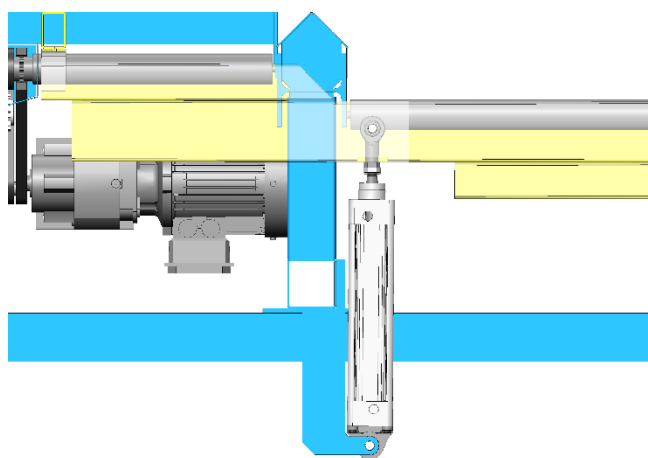
Tudíž počet pneumatických válců potřebných pro zdvih spočítáme jako:

$$z_{pn} = \frac{F_{pnc}}{F_{pn}} \quad (86)$$

$$z_{pn} = \frac{4929,759}{1870,347}$$

$$z_{pn} = 2,636$$

Zvolíme tedy počet pneumatických válců $z_{pn} = 3$.



Obr. 23) Umístění pneumatického válce

13 KONTROLA PRŮHYBU VÁLEČKU

Abychom si mohli být jisti, že se zkompletovaná vrstva nebude dotýkat zdvižných ramen při pohybu k páskovacímu stroji, budeme potřebovat zjistit průhyb válečků pod touto vrstvou a v případě kolize zvětšit vzdálenost kontaktních ploch zdvižných ramen od bodů styku zkompletované vrstvy a válečků výstupního dopravníku.

V nezátíženém stavu je tato vzdálenost 5,45mm. Z experimentálních měření bylo zjištěno, že role položená na 16 válečcích zasahuje 2mm pod bod styku. Hodnota průhybu válečků tedy nesmí překročit hranici 3,45mm.

V první řadě zjistíme síly působící na válečky (obr. 25). Tíhovou sílu válečků můžeme vzhledem k jejich hmotnosti zanedbat.

Pro zjednodušení poté převedeme daný výpočet na výpočet jednoho válečku a pomocí Castiglianovi věty vypočteme průhyb válečku v kritickém místě.

13.1 Zatížení ložisek

Vzájemné vzdálenosti rolí a ložisek válečků jsou zobrazeny na obr. 24.

$$\sum F = 0: \quad (87)$$

$$F_5 + F_6 + F_7 = F_3 + F_4$$

$$\sum M_o = 0: \quad (88)$$

$$F_7 * d + F_6 * (d + c) + F_5 * (d + c + b) = F_4 * (d + c + b + a)$$

$$F_4 = \frac{F_7 * d + F_6 * (d + c) + F_5 * (d + c + b)}{d + c + b + a}$$

$$F_4 = \frac{1962 * 0,24 + 1962 * (0,24 + 0,4) + 1962 * (0,24 + 0,4 + 0,4)}{0,24 + 0,4 + 0,4 + 0,205}$$

$$F_4 = 3025,7 \text{ N}$$

$$F_3 = F_5 + F_6 + F_7 - F_4$$

$$F_3 = 3 * 1962 - 3025,7$$

$$F_3 = 2860,3 \text{ N}$$

Složka F_4 působící na jeden váleček:

$$F_{4v} = \frac{F_4}{k_{D2-4}} \quad (89)$$

$$F_{4v} = \frac{3025,7}{20-4}$$

$$F_{4v} = 151,3 \text{ N}$$

Složka F působící na jeden váleček:

$$F_{5v} = \frac{F_5}{k_{D2-4}} \quad (90)$$

$$F_{5v} = \frac{1962}{20-4}$$

$$F_{5v} = 122,6 \text{ N}$$

$$F_{5v} = F_{6v} = F_{7v} \quad (91)$$

13.2 Výpočet namáhání válečku

13.2.1 I. $x \in < 0; 205 \text{ mm} >$

$$M_o = F_{4v} * x \quad (92)$$

13.2.2 II. $x \in < 0; 400 \text{ mm} >$

$$M_o = F_{4v} * (a + x) - F_{5v} * x \quad (93)$$

Pro $x = 400 \text{ mm}$:

$$M_o = 151,3 * (0,205 + 0,4) - 122,6 * 0,4$$

$$M_o = 42,5 \text{ Nm}$$

13.2.3 III. $x \in < 0; 400 \text{ mm} >$

$$M_o = F_4 * (a + b + x) - F_{5v} * (b + x) - F_{6v} * x \quad (94)$$

13.2.4 IV. $x \in < 0; 240 \text{ mm} >$

$$M_o = F_4 * (a + b + c + x) - F_{5v} * (b + c + x) - F_{6v} * (c + x) - F_{7v} * x \quad (92)$$

Maximální ohybový moment tedy bude v místě působení střední role a jeho hodnota v tomto místě je $M_o = 42,5 \text{ Nm}$. Právě pro toto místo budeme počítat průhyb válečků.

13.3 Castiglianova věta

Základní tvar Castiglianovy věty pro ohyb je:

$$w_j = \int_0^L \frac{M_o}{E * J_y} * \left(\frac{dM_o}{dF_j} \right) dx \quad (95)$$

Kde:

w_jposunutí v bodě j

Ldélka integrovaného úseku

M_oohybový moment

$E = 206 \text{ GPa}$Youngův modul

$J_y = \pi/64 * (D_v^4 - d_v^4)$...kvadratický moment trubky

F_jsíla působící v bodě j

Z této základní rovnice vytvoříme rovnici o čtyřech úsecích, které jsme definovali výše. Tato rovnice bude vypadat následovně:

$$w = \int_0^a \frac{F_{4v} * x}{E * J_y} * 0 \, dx + \int_0^b \frac{F_{4v} * (a+x) - F_{5v} * x}{E * J_y} * 0 \, dx + \int_0^c \frac{F_{4v} * (a+b+x) - F_{5v} * (b+x) - F_{6v} * x}{E * J_y} * (-x) \, dx + \int_0^d \frac{F_{4v} * (a+b+c+x) - F_{5v} * (b+c+x) - F_{6v} * (c+x) - F_{7v} * x}{E * J_y} * (-c-x) \, dx \quad (96)$$

Kde:

$$a = 205 \text{ mm}$$

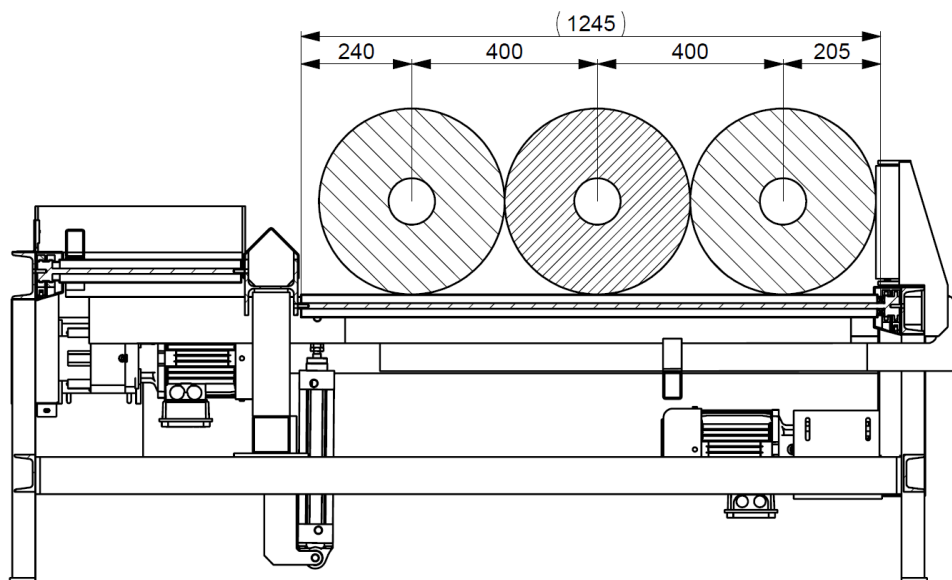
$$b = c = 400 \text{ mm}$$

$$d = 240 \text{ mm}$$

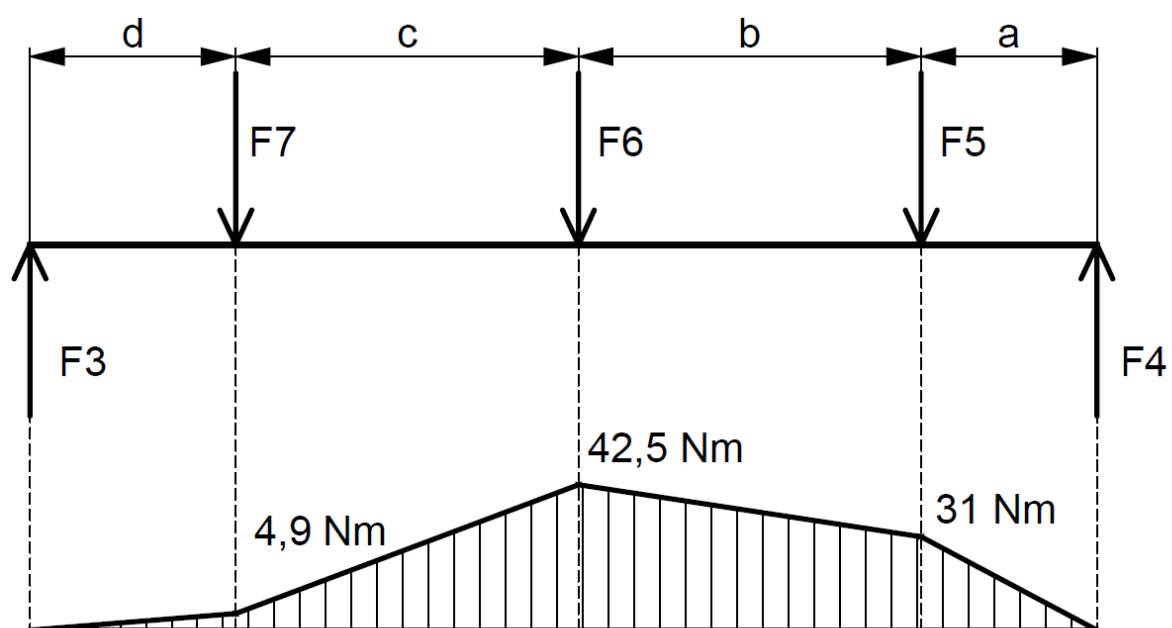
Po integraci a dosazení dojdeme k výsledku:

$$w = 0,107 \text{ mm} < 3,45 \text{ mm}$$

Ke kolizi tedy nedojde, tudíž můžeme tvrdit, že námi navržená konstrukce je provozuschopná.



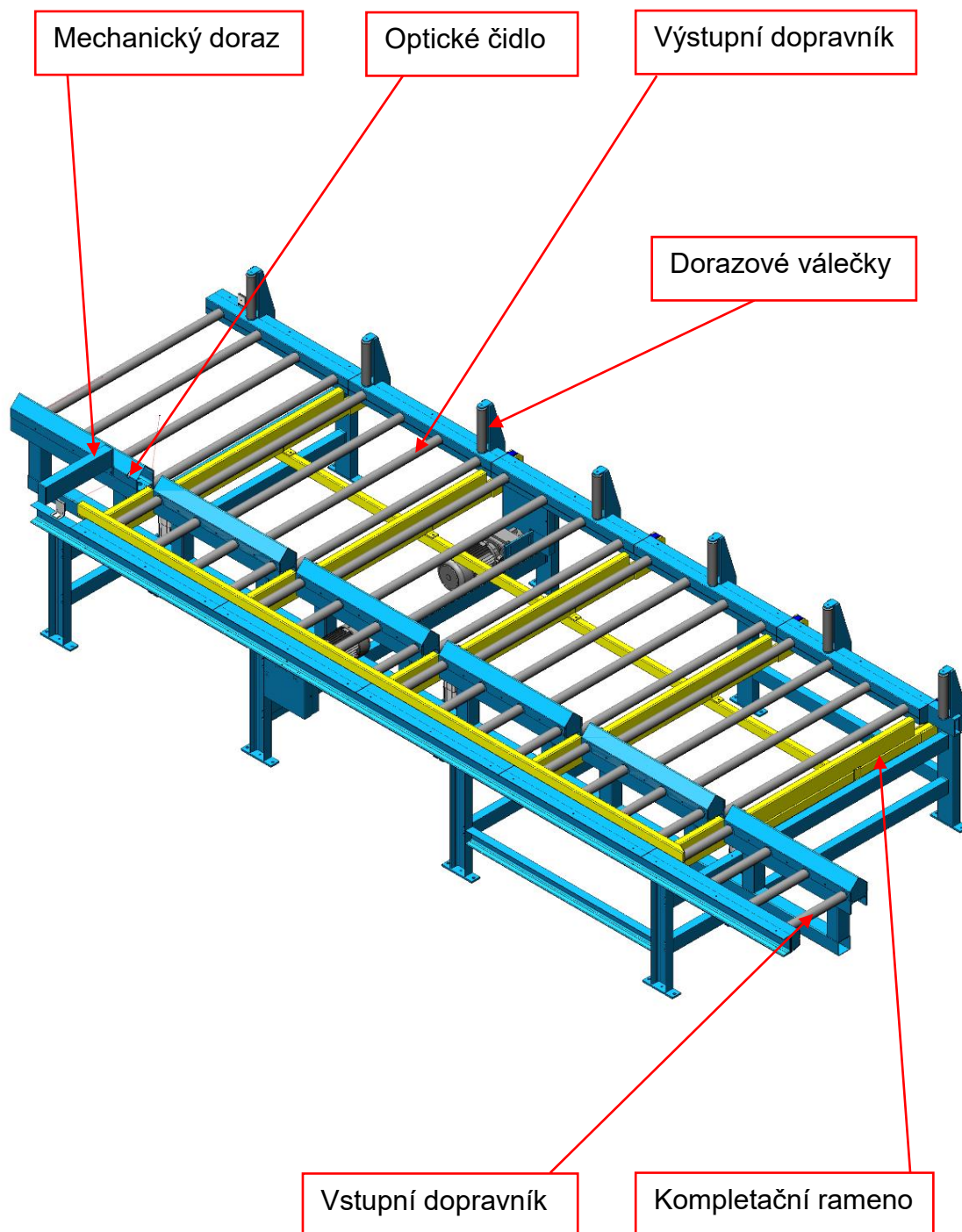
Obr. 24) Poloha rolí ve zkompletované vrstvě



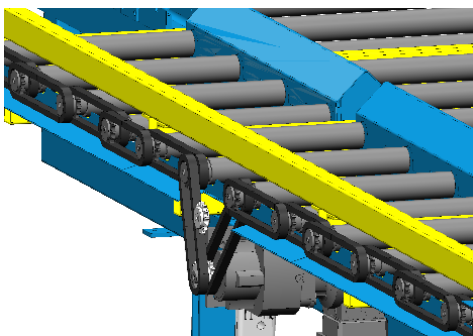
Obr. 25) Síly působící na váleček a průběh velikosti ohybového momentu

14 3D MODEL V SOLIDWORKS

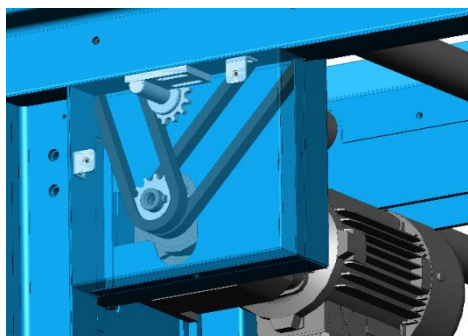
3D model v elektronické podobě je přiložen na CD.



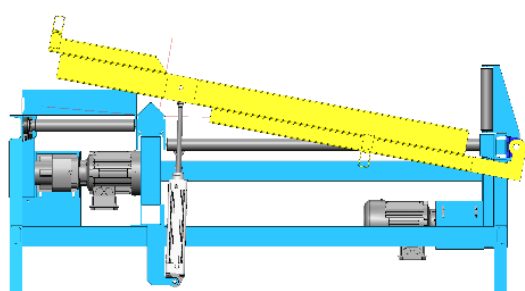
Obr. 26) Celkový pohled na stroj



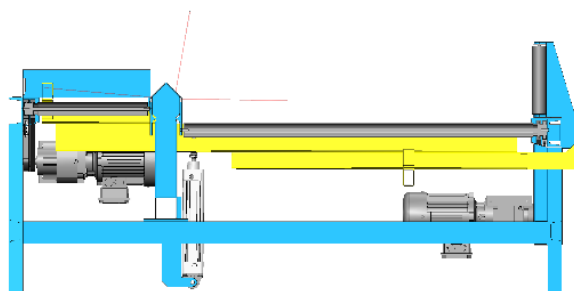
Obr. 27) Odkrytovaný rozvod řetězů na vstupní části



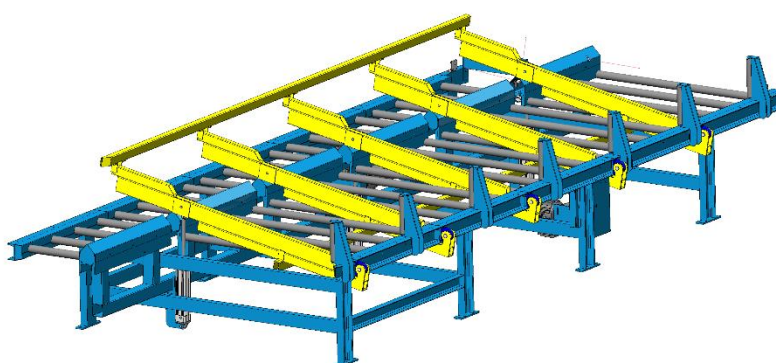
Obr. 28) Detail řetězů motoru na vstupní části



Obr. 29) Profil stroje – zdvižné rameno ve zdvižené pozici



Obr. 30) Profil stroje – zdvižné rameno v základní pozici



Obr. 31) Celkový pohled na stroj se zdviženými rameny

15 REALIZACE PROJEKTU



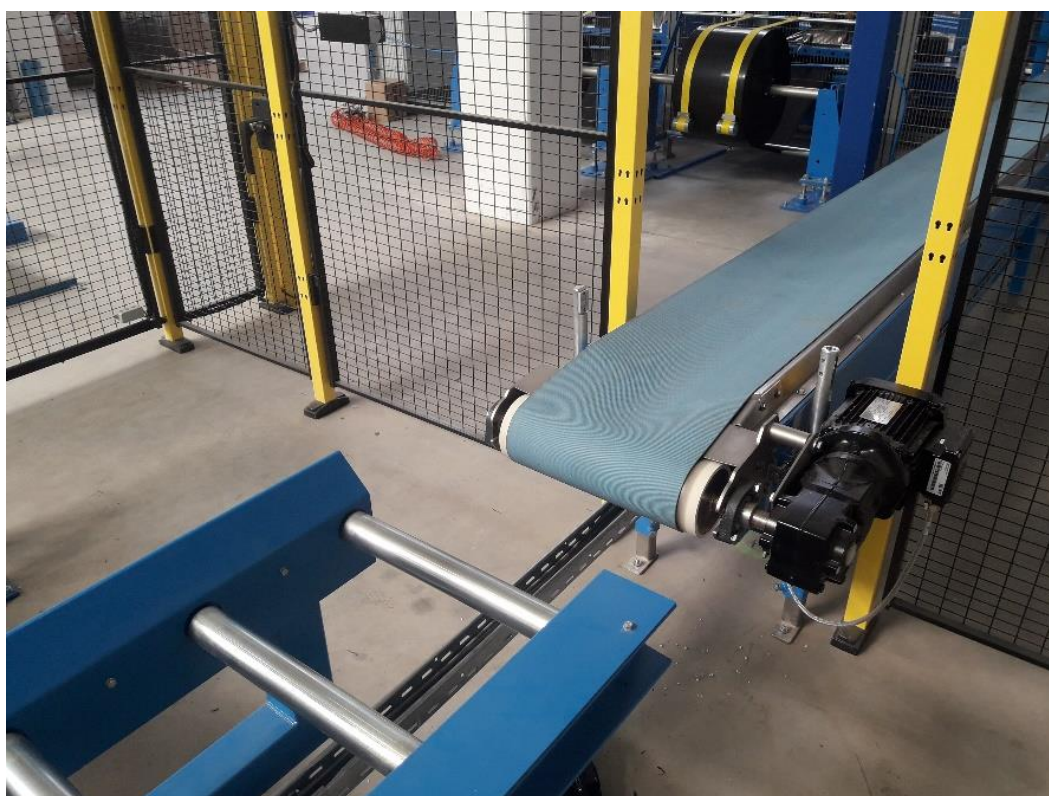
Obr. 32) Pohled na celou linku ze směru příjezdu role



Obr. 33) Pohled na stroj z místa odběru hotových palet



Obr. 34) Detail na stroj z místa příjmu role



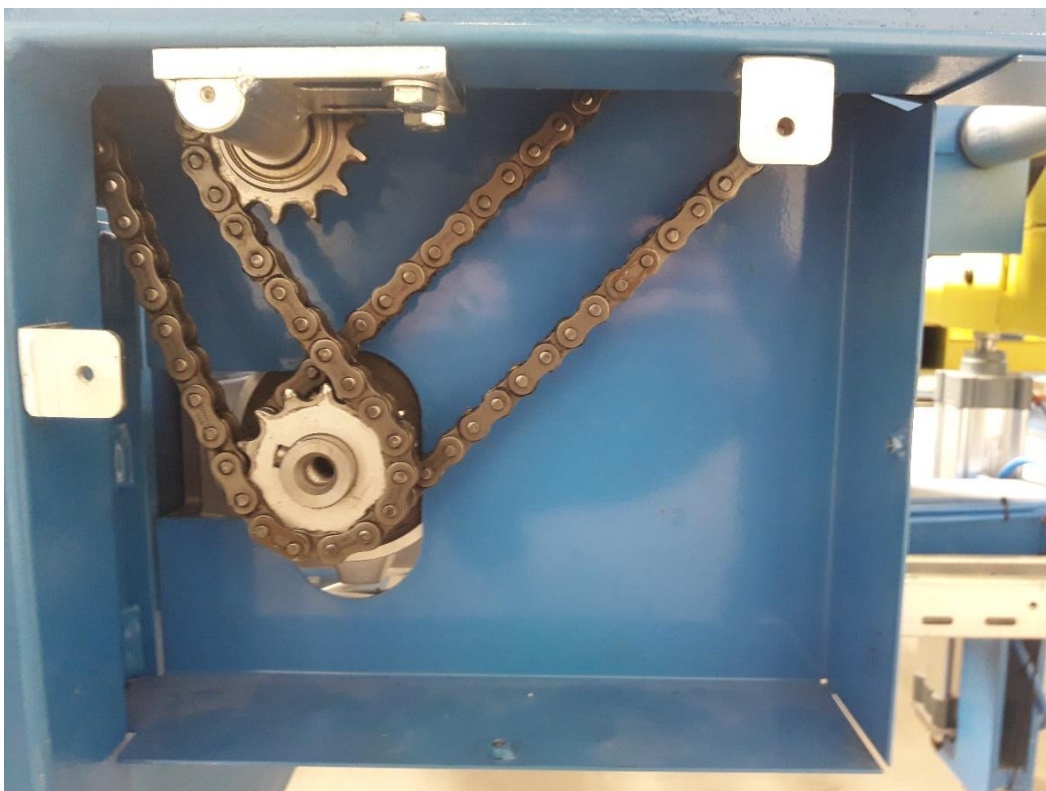
Obr. 35) Detail na přechod mezi příjezdovým dopravníkem s vstupní částí



Obr. 36) Pohled zespodu na kompletační část – motor, kompletační rameno, výstupní dopravník



Obr. 37) Detail na rozvod řetězů od motoru - shora



Obr. 38) Detail na rozvod řetězů od motoru – zepředu



Obr. 39) První test provozu u zákazníka

16 ZHODNOCENÍ

16.1 Z hlediska splnění zadání

Požadavky z hlediska silových poměrů, rychlosti a konstrukčních požadavků byly zadané parametry splněny (vstupní výška, výstupní výška, rozměry kompletovaného zboží – jak pro nejmenší, tak i pro největší předměty).

16.2 Z hlediska konstrukce

Hlavní konstrukce je tvořena profilem U, která je nejdostupnější a nejlevnější ocelový profil (v porovnání např. s jekly).

Součástí řešení je krytování řetězových převodů, které zajišťuje bezpečný provoz stroje.

16.3 Z hlediska montáže

Umístění válečků a řetězových převodů je navrženo tak, aby byl stroj snadno smontovatelný a servisovatelný.

16.4 Z hlediska výpočtů

Správnost výpočtu a volba typu válečků dopravníku byla potvrzena skutečností, že konečný dodavatel válečků nabídl stejný typ válečku. Toto je potvrzeno objednávkou doloženou v příloze číslo 3.

Volba řetězu se potvrdila jako správná, stejně jako volba dvojitého řetězového kola na motoru.

16.5 Z hlediska zadavatele a provozovatele

Zadavatel, firma PHATEC, zhodnotil konstrukční řešení jako optimální a vhodné k realizaci. Stroj byl podle dodané dokumentace vyroben.

17 ZÁVĚR

V této bakalářské práci byl proveden návrh a výpočet řešení systému kompletace horizontální vrstvy rolí technické textilie.

Jsem rád, že se stroj řešený v této práci stal součástí realizovaného projektu. Celý projekt je velmi efektivní z hlediska nejen úspory těžké práce, ale i z pohledu návratnosti celé investice. Podle informací provozovatele stroje se na základě této investice mohla zvýšit produktivita linek vyrábějících netkané textilie o 10-20% v závislosti na produkovaném typu textilie. Tento efekt je dosažen výrobou velkonábálů, které dovolí maximální kapacitní využití výrobních linek. Tyto velkonábaly se zpracovávají na plně automatické lince, jejíž výstupem je manipulátor pro automatické naskládání a zapáskování palety. Namísto 8 lidí, kteří paletizovali za výrobními linkami v 24 hodinovém provozu, dnes dohlíží na naše zařízení dva lidé po dobu maximálně 8 hodin denně.

Celé zařízení je v provozu od konce března 2019. Funkčnost zařízení je doložena videozáznamem, který je přiložen na CD.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KOLÍBAL, Zdeněk. Roboty a robotizované výrobní technologie. První vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně - nakladatelství VUTUM, 2016. ISBN 978-80-214-4828-5.
- [2] DRAŽAN, F.; JEŘÁBEK, K.: Teorie a stavba dopravníků, skripta ČVUT Praha, 1983. 290 s.
- [3] KŘÍŽ R.: Strojnické tabulky II – Pohony: Hřídele, ozubené převody, řetězové a řemenové převody, MONTANEX Ostrava, 1997. 213s. ISBN 80-85780-51-8.
- [4] NORD – poháněcí technika, s.r.o. – prodejce elektromotorů a převodovek - katalog výrobků dostupný z:
https://www.nord.com/cms/cz/mynord/product_selection/product_configurator/cp_product_configurator.jsp#/configurator/new/gears
22. 4. 2019
- [5] Festo AG & Co – výrobce automatizační techniky – katalog pneumatických válců dostupný z:
https://www.festo.com/cat/cs_cz/data/doc_cs/PDF/CZ/DSBC_CZ.PDF
22.4.2019
- [6] TORWEGGE CZ s.r.o. – prodejce dopravních elementů a manipulační techniky – katalog dostupný z: <http://www.torwegge.cz/online-catalogue/ft/files/assets/basic-html/page-42.html>
22.4.2019
- [7] LEINVEBER J.; VÁVRA P.: Strojnické tabulky, šesté vydání, ALBRA Úvaly, 2017. 914s. ISBN 978-80-7361-111-8.
- [8] MALÍK, V.: Válečkové tratě v teorii a praxi. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1963
- [9] GAJDŮŠEK, J.; ŠKOPÁN, M.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení, skripta VUT Brno, 1988. 277 s
- [10] ČZ Řetězy, s.r.o. – výrobce řetězů -výpočet řetězu dostupný z:
https://www.czretezy.cz/docs/prum_vypocet_retezoveho_prevodu.pdf
22. 4. 2019
- [11] HABERKORN s.r.o. – řetězy – dostupné z:
<https://eshop.haberkorn.cz/valeckovy-retez-standardni-1-rady-din-8187.html>
- [12] KŘÍŽ R.; MARTINISKO C.; WEIGNER K.: Konstrukční cvičení II, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1986
- [13] PHATEC s.r.o. – Portfolio strojů – dostupné z: <https://www.phatec.com/>
5. 5. 2019
- [14] SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.). Konstruování strojních součástí. 1 vyd. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

17.1 Seznam tabulek

Tab 1)	Tabulka hodnocení	34
Tab 2)	Tabulka výsledků	34

17.2 Seznam obrázků

Obr. 1)	Převíjecí a inspekční linka skleněné tkaniny	18
Obr. 2)	Automatický formátovací stroj skleněné mřížky	18
Obr. 3)	Zásobník na koberce	20
Obr. 4)	Navíječka na koberce	20
Obr. 5)	Aplikátory latexu a pěny	20
Obr. 6)	Pásový dopravník [11]	24
Obr. 7)	Řemenový dopravník [11]	24
Obr. 8)	Paletkový dopravník [11]	24
Obr. 9)	Modulární dopravník [11]	24
Obr. 10)	Řetězový dopravník [11]	24
Obr. 11)	Způsob balení – minimální průměr role	28
Obr. 12)	Způsob balení – maximální průměr role	28
Obr. 13)	Varianta A	30
Obr. 14)	Varianta B	31
Obr. 15)	Varianta C	31
Obr. 16)	Hlavní rozdělení stroje	35
Obr. 17)	Váleček firmy TORWEGGE [6]	41
Obr. 18)	Náčrt válečkového řetězu	51
Obr. 19)	Umístění řetězů na stroji	52
Obr. 20)	Rozdělení válečků dle poháněného řetězu	56
Obr. 21)	Hmotnosti součástí zdvižného ramene	59
Obr. 22)	Polohy těžišť součástí zdvižného ramene a přítomných rolí	59
Obr. 23)	Umístění pneumatického válce	61
Obr. 24)	Poloha rolí ve zkompletované vrstvě	65
Obr. 25)	Síly působící na váleček a průběh velikosti ohybového momentu ..	66
Obr. 26)	Celkový pohled na stroj	67
Obr. 27)	Odkrytovaný rozvod řetězů na vstupní části	68
Obr. 28)	Detail řetězů motoru na vstupní části	68
Obr. 29)	Profil stroje - zdvižné rameno ve zdvižené pozici	68
Obr. 30)	Profil stroje – zdvižné rameno v základní pozici	68
Obr. 31)	Celkový pohled na stroj se zdviženými rameny	68
Obr. 32)	Pohled na celou linku ze směru příjezdu role	69
Obr. 33)	Pohled na stroj z místa odběru hotových palet	69
Obr. 34)	Detail na stroj z místa příjmu role	70
Obr. 35)	Detail na přechod mezi příjezdovým dopravníkem s vstupní částí .	70
Obr. 36)	Pohled zespodu na kompletační část – motor, kompletační rameno, výstupní dopravník	71

Obr. 37)	Detail na rozvod řetězů od motoru - shora	71
Obr. 38)	Detail na rozvod řetězů od motoru – zepředu	72
Obr. 39)	První test provozu u zákazníka	72

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Objednávka na motor pro vstupní část

Příloha 2. Objednávka válečků: pozice 20 pro vstupní část a pozice 30 pro kompletační část

PŘÍLOHY

Příloha 1

NORD-POHÁNĚCÍ TECHNIKA, S.R.O.

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group



NORD-Poháněcí technika, s.r.o., Račovská 1398/11, CZ-104 00 Praha 10

PHATEC s.r.o.
Svitavská 1256
570 01 Litomyšl

Dodací adresa

PHATEC s.r.o.
Svitavská 1256
570 01 Litomyšl

Nabídka

Číslo Datum	101263775 20.11.2018
Číslo zákazníka	680009014
Vaše poptávka	mailem
Poptávka od	Ing. Jan Motyčka
Datum poptávky	20.11.2018
DIČ	CZ28772041
Vypracoval	Zdenek Knaute
Tel.	495 580 310
E-mail	zdenek.knaute@nord.com
Doba platnosti	do 20.02.2019

Vážený pane Motyčka,
děkujeme za Vaši poptávku a předkládáme Vám požadovanou nezávaznou nabídku dle našich
Všeobecných nákupních podmínek:

Pol.	Popis	Materiál	Množství	Cena
------	-------	----------	----------	------

100 SK372.1-90SH/4 TF

Vaše číslo materiálu: DOPRAVNÍK I

Poznámka:

1) Pracovní poloha a poloha svorkovnice v nabídce dle požadavku zákazníka.

Označení výrobku	Čelní převodovka s motorem
Otáčky motoru	1.435 1/min
Převodový poměr	11,55
Výstupní otáčky	124,000 1/min
Provozní faktor	2,20
Výstupní moment M2 (Nm)	84,50
Výkon (kW)	1,100
Napětí (V)	230/400
Frekvence (Hz)	50
Třída účinnosti	IE2
Druh provozu	S1
Krytí motoru	IP55
Třída izolace	F
Jmenovitý proud 1 (A)	4,19
Jmenovitý proud 2 (A)	2,42
cos φ 1	0,80
Pracovní poloha převodovky	M5
Typ skříně	Patky
Rozměry hřídele	25X50
Odvzdušnění	Odvzdušnění
Tepelná ochrana motoru	PTC termistor, 3x155°C
Spojení motoru	Y
Poloha svorkovnice / průchodek	2/I
Typ maziva	Minerální olej ISO VG 220
Třída oleje	CLP 220
Množství maziva (l)	0,600
Lakovací předpis	Bez lakování
CE Logo	Ano
CCC Logo	Ne
Volně přiložené díly	IE2 nálepka

Společnost je zapsána v OR u Městského soudu v Praze, oddíl C, vložka 143772
<http://www.nord.com>



NORD-POHÁNĚCÍ TECHNIKA, S.R.O.

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

PHATEC s.r.o.
570 01 Litomyšl

Číslo|Datum
101263775|20.11.2018

Strana
2

Pol.	Popis	Materiál	Množství	Cena
	Hmotnost	cca. 23 KG /KS		
	Cena netto	8.570,00 CZK/ 1 KS	1 KS	8.570,00 CZK
	Dodací lhůta: 2 týdny			

200 SK372.1-90LH/4 TF

Vaše číslo materiálu:DOPRAVNÍK II

Poznámka:

1) Pracovní poloha a poloha svorkovnice v nabídce dle požadavku zákazníka.

Označení výrobku	Čelní převodovka s motorem
Otáčky motoru	1.415 1/min
Převodový poměr	11,55
Výstupní otáčky	123,000 1/min
Provozní faktor	1,60
Výstupní moment M2 (Nm)	117,00
Výkon (kW)	1,500
Napětí (V)	230/400
Frekvence (Hz)	50
Třída účinnosti	IE2
Druh provozu	S1
Krytí motoru	IP55
Třída izolace	F
Jmenovitý proud 1 (A)	5,80
Jmenovitý proud 2 (A)	3,35
cos fi 1	0,79
Pracovní poloha převodovky	M5
Typ skříně	Patky
Rozměry hřídele	25X50
Odvzdušnění	Odvzdušnění
Tepelná ochrana motoru	PTC termistor, 3x155°C
Spojení motoru	Y
Poloha svorkovnice / průchodek	2/I
Typ maziva	Minerální olej ISO VG 220
Třída oleje	CLP 220
Množství maziva (l)	0,600
Lakovací předpis	Bez lakování
CE Logo	Ano
CCC Logo	Ne
Volně přiložené díly	IE2 nálepka
Hmotnost	cca. 22 KG /KS
Cena netto	8.700,00 CZK/ 1 KS
	1 KS
	8.700,00 CZK
Dodací lhůta: 2 týdny	

300 SK372.1-90LH/4 TF

Vaše číslo materiálu:DOPRAVNÍK III

Poznámka:

1) Pracovní poloha a poloha svorkovnice v nabídce dle požadavku zákazníka.

Označení výrobku	Čelní převodovka s motorem
Otáčky motoru	1.415 1/min
Převodový poměr	11,55
Výstupní otáčky	123,000 1/min
Provozní faktor	1,60

Příloha 2

Potvrzení objednávky

Strana 1

Torwegge
CZ s.r.o.
Blansko



Torwegge Svitavská 2383/1b 678 01 Blansko

PHATEC s.r.o.
Svitavská 1256

Telefon +420732660864
Fax +420227077337
DIC CZ29320411

CZ-57001 Litomyšl
Tschchien

03.12.2018

Zakazník 703398 CZ28772041
Kontaktní osoba Bohuslav Splichal
Telefon +420 461 105 461
Fax +420 461 105 462
E-Mail splichal@phatec.com

Nabídka 61800001675
Zakázka 6181002001
Prodejce Hana Zourkova
Telefon +420 731 898 833
E-Mail Hana.Zourkova@torwegge.cz

Vase objednávka O-18035-10
Ze dne 03.12.2018

Obchodní zástupce Lukas Bartonicek
Mobil +420 732 660 664
E-Mail lukas.bartonicek@torwegge.cz

Poz.	Císlo	Popis	Mn.	MJ	Predbezny termin	Cena	Cena celkem
10	0025744	Valecek pozinkovaný TKL40-40x1,5-ST-A12-IGM8-EL450 -Presny válec: ø 40 x 1,5 mm, ocel pozinkovaná/ STI - Osa: ø 12 mm ocel tazena na lesklo ST 37 K IGM8.... vnitřní závit - Uložení: plastové pouzdro s kulíkovým ložiskem - Rozměry: 437 mm délka válce (RL) 450 mm vestavná délka (EL) 450 mm celková délka (AL)	18	ks	upresnime	365,00	6.570,00
20	0028977	Valecek s dvojítm retezovým kolem 2K-ST-1-2-Z14-FEST-TKL-50x1,5-ST-A12- IGM8 - Presny valec: Ø 50 x 1,5 mm STI/ ocel pozinkovaná - Osa: ø 12 mm ocel tazena na lesklo ST 37 K IGM8.... vnitřní závit - Lagerung/ Uložení (nicht angetriebene Seite): hochwertiger Kunststoff mit doppelter Labyrinthdichtung und Rillenkugellager/ plastové pouzdro s dvojítm labyrintem a s drážkovým kulíkovým ložiskem - Antriebsselement/Dvojité retezové kolo, ocelové: triebstockverzahntes ST-Doppelkettenrad 1/2"x5/16" - 14 Zähne/zubů - Festantrieb - pevný pohon	20	ks	upresnime	638,00	12.760,00

Torwegge CZ s.r.o.
IC 29320411
DIC CZ29320411

Svitavská 2383/1b
678 01 Blansko

Telefon +420 7 32660664 Telefax +420 2 27077337
Web: www.torwegge.cz E-mail: info@torwegge.cz

Commerzbank AG: 50097584/5200
BIC: COBACZ33XXX
IBAN CZK: CZ15 6200 0062 1800 5009 7584
IBAN EUR: CZ53 6200 0000 0000 5009 7584

moving COMPONENTS

INTRALOGISTIC solutions

Potvrzení objednávky

Strana 2

Zakazka c. 6181002001



Poz.	Císlo	Popis	Mn.	MJ	Predbezny termin	Cena	CZK Cena celkem
30	0028977	<p>- Rozměry: 393 mm délka vále (RL) 450 mm vestavná délka (EL) 450 mm celková délka (AL)</p> <p>Valeček s dvojitým retezovým kolem 2K-ST-1-2-Z14-FEST-TKL-50x1,5-ST-A12-IGM8</p> <p>- Presný válec: Ø 50 x 1,5 mm STI/ ocel pozinkovaná</p> <p>- Osa: ø 12 mm ocel tazena na lesklo ST 37 K IGM8...vnitřní závit</p> <p>- Lagerung/ Uložení (nicht angetriebene Seite): hochwertiger Kunststoff mit doppelter Labyrinthdichtung und Rillenkugellager/ plastové pouzdro s dvojitým labyrintem a s drážkovým kulíkovým ložiskem</p> <p>- Antriebselement/Dvojitě retezové kolo,ocelové: triebstockverzahntes ST-Doppelkettenrad 1/2"x5/16" - 14 Zähne/zubů</p> <p>- Festantrieb - pevný pohon</p> <p>- Rozměry: 1243 mm délka vále (RL) 1300 mm vestavná délka (EL) 1300 mm celková délka (AL)</p>	20	ks	upresníme	898,00	17.980,00
40	0028725	<p>Valeček pozinkovaný TKL-50x1,5-STI-A12-IGM8</p> <p>- Presný válec: ø 50 x 1,5 mm STI/ ocel pozinkovaná</p> <p>- Osa: ø 12 mm ocel tazena na lesklo ST 37 K IGM8...vnitřní závit</p> <p>- Uložení: plastové pouzdro s kulíkovým ložiskem</p> <p>- Rozměry: 243 mm délka vále (RL) 250 mm vestavná délka (EL) 250 mm celková délka (AL)</p>	7	ks	upresníme	305,00	2.135,00
50	0028977	<p>Valeček s dvojitým retezovým kolem 2K-ST-1-2-Z14-FEST-TKL-50x1,5-STI-A12-IGM8</p> <p>- Presný válec: Ø 50 x 1,5 mm STI/ ocel pozinkovaná</p> <p>- Osa: ø 12 mm ocel tazena na lesklo ST 37 K IGM8...vnitřní závit</p> <p>- Lagerung/ Uložení (nicht angetriebene Seite): hochwertiger Kunststoff mit doppelter Labyrinthdichtung und Rillenkugellager/</p>	22	ks	upresníme	920,00	20.240,00

Torwegge CZ s.r.o.
IC 29320411
DIO CZ29320411

Svatavská 2383/1b
678 01 Blansko
Telefon +420 7 32660664 Telefax +420 2 27077337
Web: www.torwegge.cz E-mail: info@torwegge.cz

Commerzbank AG: 50097584/5200
BIC: COBAG233XXX
IBAN CZK: CZ15 6200 0062 1800 5009 7584
IBAN EUR: CZ53 6200 0000 0000 5009 7584

moving COMPONENTS

INTRALOGISTIC solutions

